



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Provincia di Ravenna

Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO PRESSO IL POLO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO SEZIONE PROFESSIONALE "E. STOPPA" DI VIA FRANCESCO BARACCA, 62 - LUGO (RA)
PNRR - NEXT GENERATION EU - Missione 4, Componente 1, Investimento 3.3
CUP : J42C20000850001

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Paolo Nobile

PROFESSIONISTI ESTERNI:

ARCHITETTO RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE - COORDINATORE IN FASE DI PROGETTAZIONE PER LA SICUREZZA E LA SALUTE NEI CANTIERI

Arch. Roberto DI RAMIO

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE EDILE ED ARCHITETTONICA

Arch. Pietro LA GATTA

Ing. Maurizio CIARROCCHI

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Ing. Daniele CIANCHETTA

Arch. Roberto DI RAMIO

INGEGNERE RESPONSABILE DEL PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Ing. Massimo GEROSOLIMO PORZIELLA

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE STRUTTURALE

Ing. Sebastiano ORTU

Ing. Daniele CIANCHETTA

GEOLOGO RESPONSABILE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

Ged. Primo FALCIONI

GIOVANE PROFESSIONISTA

Arch. Michele D'AMICO

ATI | Titolare del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva e coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione

CONSULENTI (ai sensi del D.lgs. n. 50/2016)
Arch. Clelia Dell'Arciprete - Arch. Sara Menna - Ing. Francesca Orsini - Ing. Marianna Sabia

Capogruppo

Mandante

Mandante



INSIGHT & Co. S.r.l.

Via Tiburtina Valeria, 149/1
65129 Pescara (PE)
Tel. 085/4159367 - Fax. 085.2192520
e-mail: direzionetecnica@insight.co.it
PEC: insight@arubapec.it



S.A.G.I. S.r.l.

Società per l'Ambiente, la Geologia e l'Ingegneria
Via Pasubio,20
63074 San Benedetto del Tronto (AP)
Tel. e Fax. 0735.757580
e-mail: info@sagistudio.it
PEC: info@pec.sagistudio.it



Via Spaventa,10
63039 Sulmona (AQ)
Tel. 0864.51619 e Fax. 0864.576003
e-mail: studiotechnicoprogettointegrato.it
PEC: massimo.gerosolimoporzIELLA@ing.pe.eu

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

Elaborato num: PDE_STRU_01	Revisione: 00	Data: Ottobre 2022	Scala:	Nome file: PDE_STRU_01_REL.GEO_r00
--------------------------------------	-------------------------	------------------------------	--------	--

Sommario

1.0 PREMESSA - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
1.1 Premessa	2
2.2 Norme di Riferimento	2
2.0. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA	3
3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
3.1 Geologia strutturale e litostratigrafica	5
3.2 Geomorfologia ed Idrogeologia	8
3.2.1 Geomorfologia	8
3.2.2 Idrogeologia	8
4.0 MODELLO STARIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO D'INTERESSE	9
4.1 Unità Stratigrafiche	10
4.2 Unità Litotecniche	11
5.0. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	13
5.1 Sismicità storica	13
5.2 Parametri sismici di sito	14
5.3 Categoria del suolo	15
5.4 Topografia di sito	16
5.5 Frequenza caratteristica di sito	16
5.6 Liquefazione	17
5.7 Sintesi dei parametri sismici	20

1.0 PREMESSA e NORME DI RIFERIMENTO

1.1 Premessa

La presente relazione illustra la metodologia ed i risultati dello studio geologico geotecnico e sismico, per **I'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI ELABORAZIONE DELLA VERIFICA SISMICA E DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA DELLE OPERE DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL POLO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO, SEZIONE PROFESSIONALE "E. STOPPA" IN VIA F. BARACCA, 62 LUGO.**

Lo studio è stato articolato con le seguenti modalità:

-Individuazione dell'assetto geologico-geomorfologico generale della zona d'indagine e delle aree circostanti attraverso un rilevamento di campagna e sulla base di dati bibliografici.

-Programmazione delle indagini geognostiche sulla base delle conoscenze geologiche generali.

Le indagini sono state effettuate conformemente alle indicazioni AGI 1977 “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”, investigando il volume significativo del terreno in relazione alle opere da progettare e alle litologie coinvolte.

-Esecuzione delle indagini geognostiche.

-Analisi dei dati ottenuti e definizione del modello litostratigrafico litotecnico e sismico del sito.

-Stesura della relazione geologica sulla base delle risultanze delle indagini.

1.2 Norme di Riferimento

La relazione che segue viene redatta secondo quanto richiesto dal D.M. 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale) entrato in vigore nel marzo 2018.

Le normative di riferimento di cui ci si avvale per la stesura dell'elaborato in questione sono le seguenti:

-D.M. LL.PP. del 11/03/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

-D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

-D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

-Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

-Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la

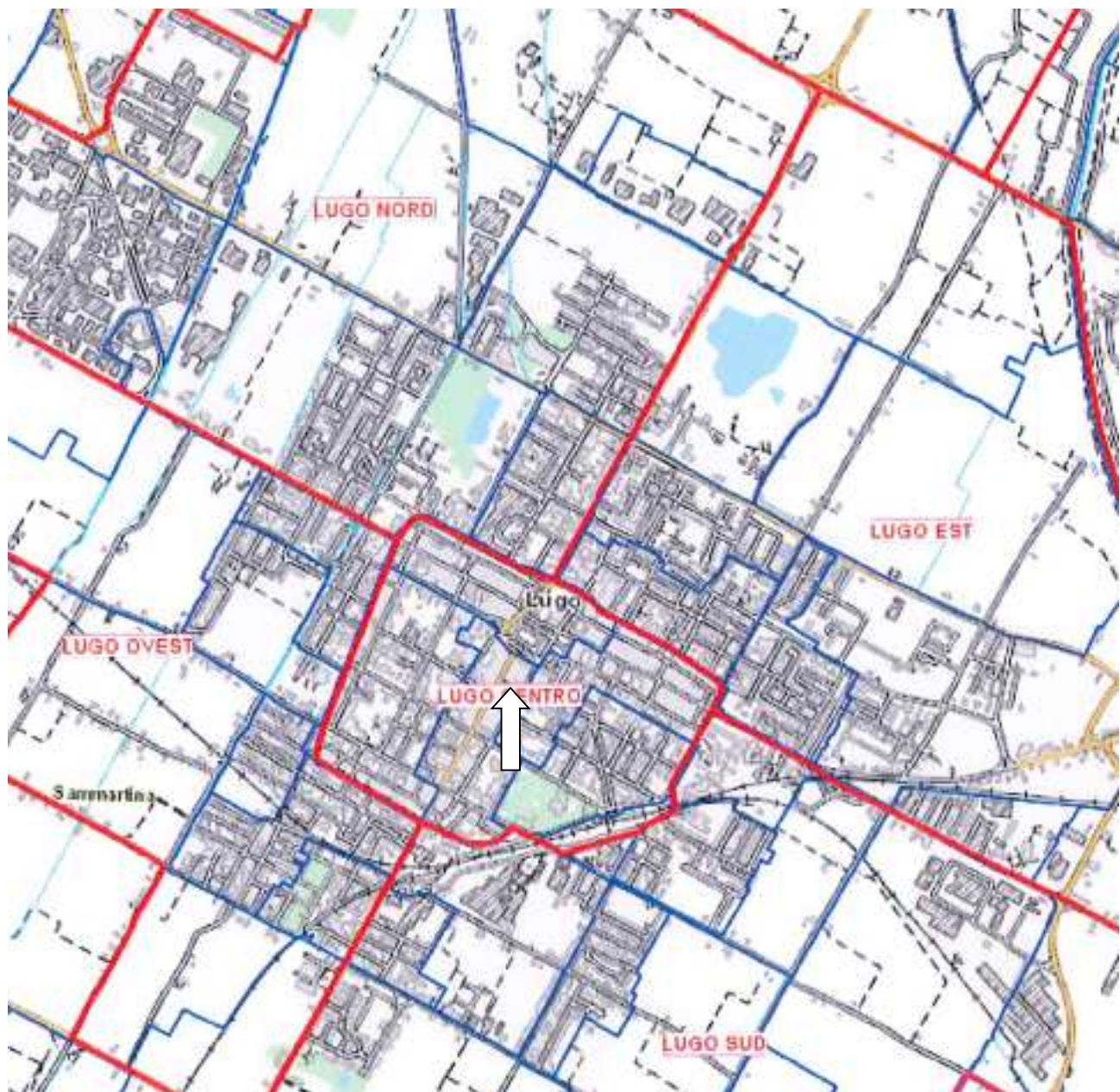
classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

-D.M. 17 Gennaio 2018 - Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale) entrato in vigore nel marzo 2018.

2.0. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA

L'edificio scolastico "Ernesta Stoppa" è situato nel centro urbano di Lugo di Romagna e precisamente all'incrocio fra Via Fratelli Cortesi e Via F. Baracca disponendosi al numero 62 di Via F. Baracca subito a Nord della Stazione Ferroviaria della città.





Topografica 1:25.000 . La C di CENTRO copre la scuola

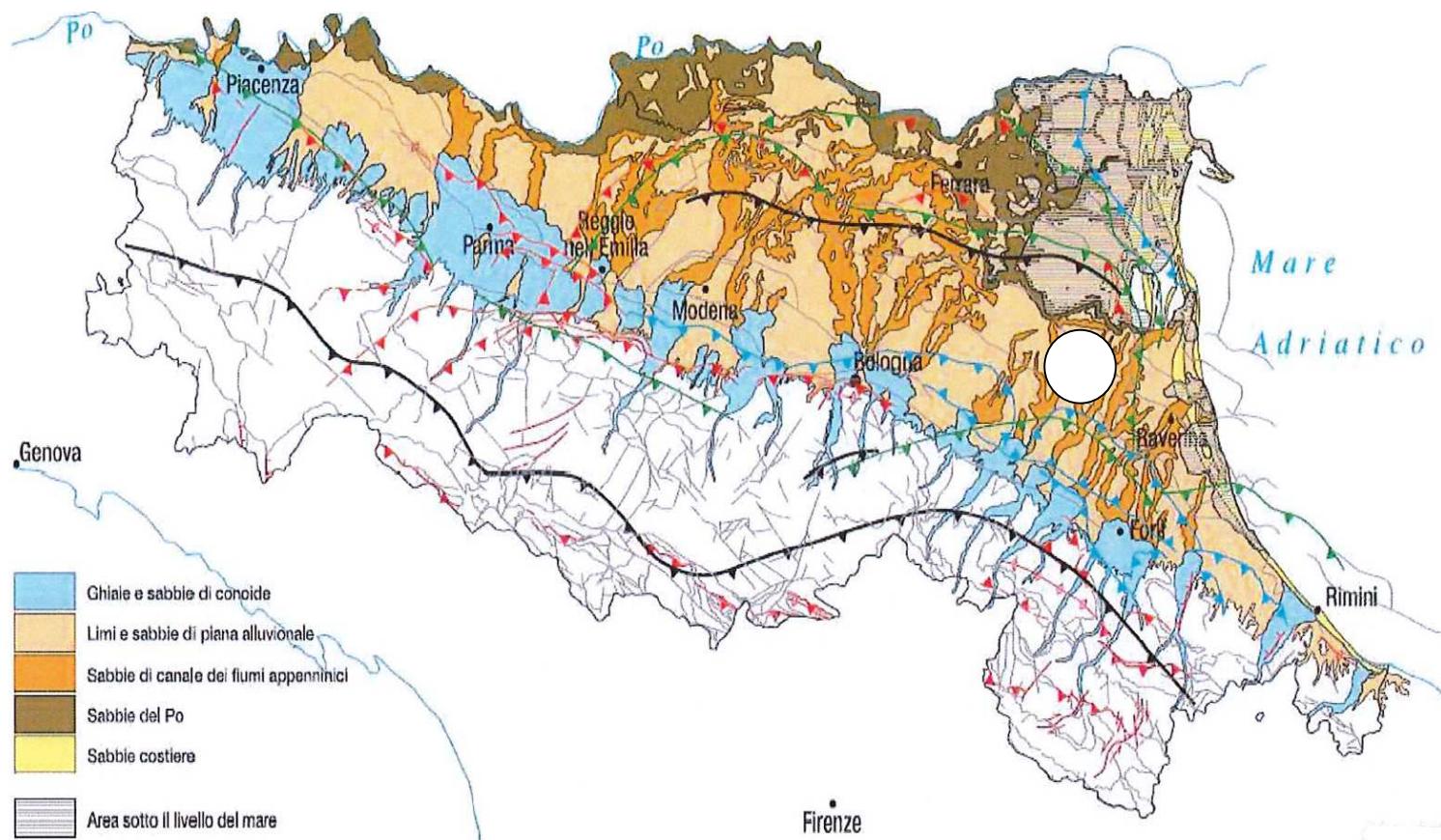
Lugo è suddiviso in 5 zone: Lugo Centro, Lugo Nord - Sud - Est e Ovest.

La scuola E. Stoppa è sita nella zona Lugo Centro a Nord della stazione ferroviaria.

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

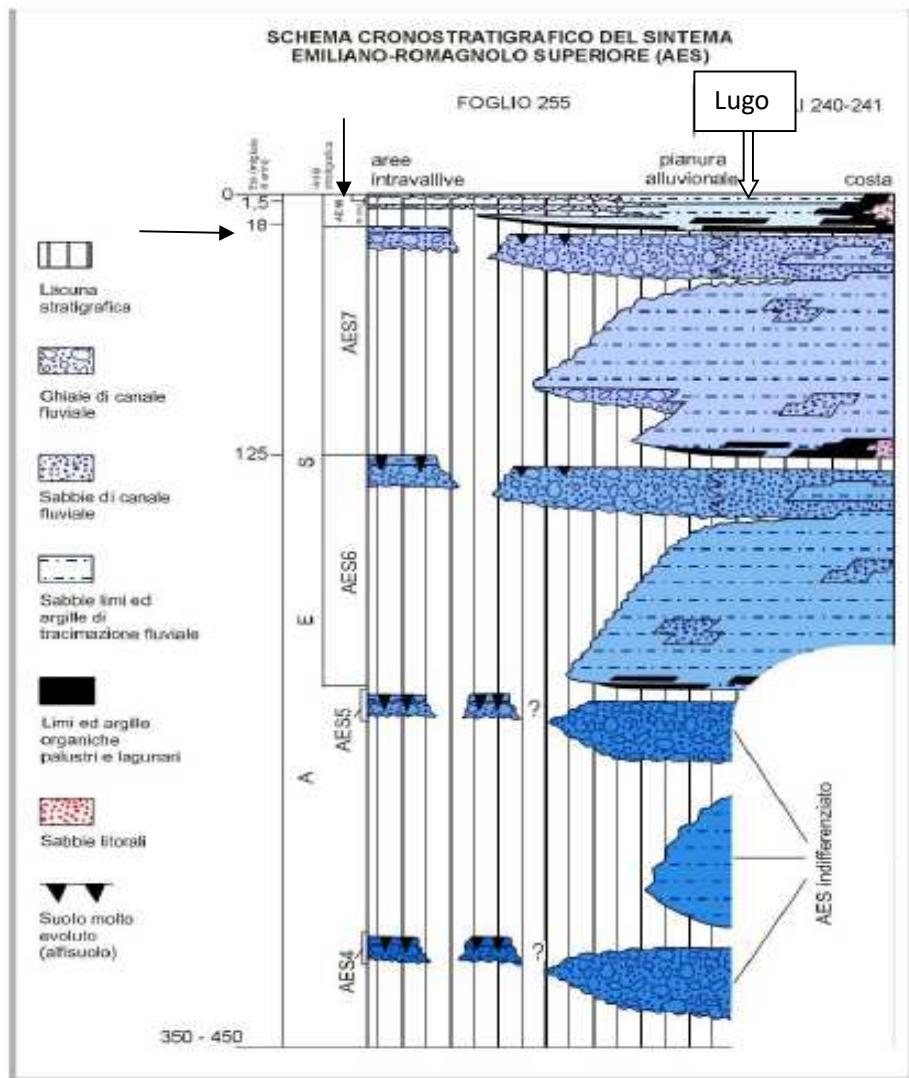
3.1 Geologia strutturale e litostratigrafica

Il territorio di Lugo di Romagna appartiene geologicamente al dominio sedimentario “Padano” posto al bordo settentrionale del “Sistema Appenninico”. Trattasi di un’area con struttura geosinclinale subsidente, oggi pianeggiante, colmata da terreni alluvionali alla cui base vi sono le “argille” che fungono da sub strato. Il riempimento del bacino marino non è avvenuto in maniera continua e progressiva ma rappresenta il risultato di diverse fasi tettoniche con periodi di forte subsidenza alternati a periodi di minor subsidenza.



Nella cartografia geologica 1:50.000 (carta progetto CARD) le formazioni alluvionali vengono cartografate in base alla loro composizione granulometrica e anche in funzione del loro ambiente deposizionale tanto da avere sezioni litologiche simili ma di diverso ambiente deposizionale formando

diverse “Unità Stratigrafiche”. Queste “Unità” descrivono di fatto, il territorio in base alla storia geologica a cui è stato soggetto. A seguire lo schema crono stratigrafico che mette in evidenza quanto appena descritto potendosi osservare le litologie e le età delle principali “Unità Stratigrafiche” che riguardano i depositi quaternari del settore orientale e costiero della pianura emiliano romagnola. Lugo di Romagna e quindi anche la nostra scuola ricadono in questo sistema definito “Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)”



Indica la posizione di Lugo nello schema. Indica lo spessore dell'Unità AES8a su cui poggia Lugo. Lo spessore di questa Unità Stratigrafica non supera nel suo complesso i 25m che vengono raggiunti nei pressi della costa.

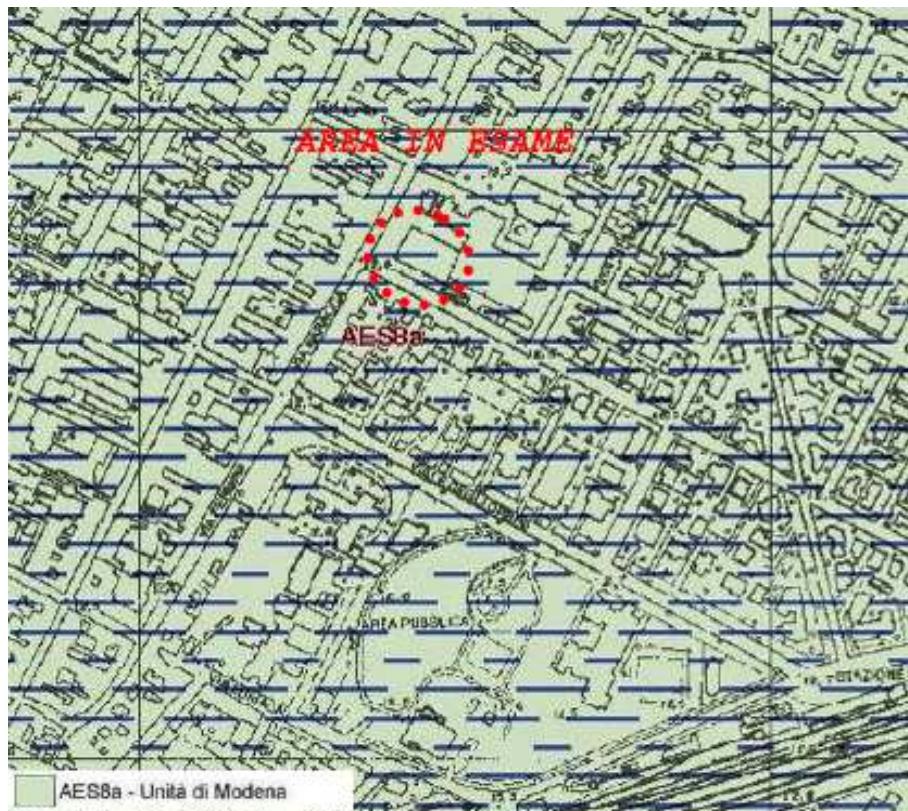
Il “Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)” è stato suddiviso in diversi “*Subsistemi stratigrafici*” e, quello che interessa da vicino il nostro sito, è rappresentato dal **SUBSISTEMA DI RAVENNA (AES8)** che viene approssimativamente spiegato.

SUBSISTEMA DI RAVENNA (AES8)

Ghiaie passanti, verticalmente e lateralmente a sabbie e limi organizzate in diversi ordini di terrazzo alluvionali presenti sia nei settori intervallivi che nella piana alluvionale. La parte più superficiale della formazione è rappresentata da suoli calcarei e non calcarei. Il tetto stratigrafico di questo “*Subsistema*” può essere costituito, là dove presente, da suoli non calcarei di colore bruno spessi da 0.50 a 1.50m che appartengono all'**Unità AES8a** definita **Unità di Modena**.

Lo spessore massimo di questa formazione è, per la zona in studio di 25m. L'età è riferibile al Pleistocene medio – Olocene.

Più in particolare per l'area in studio le litologie presenti sono di ambiente alluvionale distale cioè rappresentate in maniera predominante, da limi e limi argillosi. Lo schema stratigrafico sopra riportato evidenzia quanto appena detto confinando l'Unità AES8a nella porzione più superficiale della sezione che, come detto, non supera i 25m di spessore.



**Carta Geologica in affioramento un'unica litologia rappresentata dall'Unità AES8a
UNITÀ DI MODENA**

3.2 Geomorfologia ed Idrogeologia

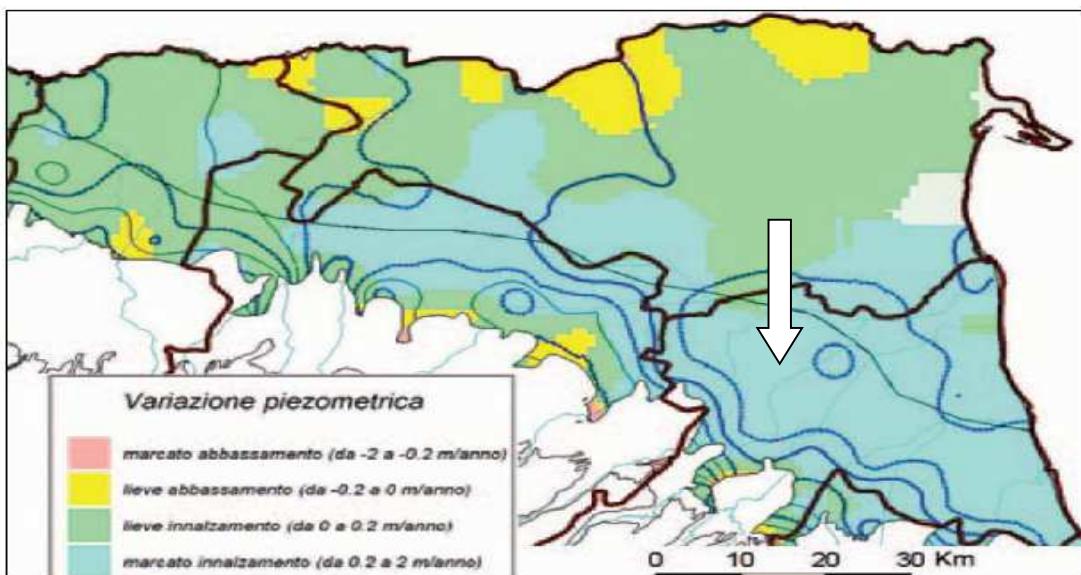
3.2.1 Geomorfologia

L'area in esame è pianeggiante con quote che discendono in maniera molto lieve, da Ovest verso Est. L'altezza media generale del sito è posta intorno ai 15m s.l.m.

Trattasi di area urbanizzata dove non si evidenziano particolari problematiche in ordine alla sicurezza geomorfologica dei luoghi. Non esistono elementi che possono far pensare a movimenti né potenziali né in atto, potendosi quindi definire il sito, stabile sotto l'aspetto morfologico.

3.2.2 Idrogeologia

Sotto l'aspetto Idrogeologico generale, data la complessità litostratigrafica presente con il passaggio da SSW a NNE da litologie sepolte di conoide di versante, a litologie sepolte terrazzate della piana alluvionale appenninica, a litologie sepolte terrazzate della piana alluvionale padana si ha, in profondità, la formazione di importanti corpi idrici compresi nei vari "Subsistemi" (AES). Lo studio sulle "Caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia Romagna" identifica tre gruppi di acquifero principali strettamente dipendenti e presenti nelle unità sepolte sopra descritte. A questa situazione idrogeologica regionale in cui anche Lugo di Romagna ne fa parte con presenza di falde importanti in profondità, si aggiunge, per la zona in studio, la presenza di una falda sospesa indipendente e meno importante da quelle più profonde sopra descritti stabilizzata intorno a 1.4 - 1.80m dal p.c.. Tale livello non è comunque un livello stabile in quanto direttamente influenzato dagli eventi metereologici.



Estratto da "Caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia Romagna" . - Acquifero principale

4.0 MODELLO STARIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO D'INTERESSE

La caratterizzazione stratigrafica e litotecnica dell'area è stata ottenuta dalla realizzazione, in situ, di diverse prove geognostiche, alcune delle quali fatte per precedenti lavori, ed altre ad integrazione delle prime, per rispondere ai quesiti per il presente lavoro. Di fatto quindi, si può parlare di indagini reperite e di nuove indagini. Di seguito si riportano le indagini reperite e realizzate che si sono utilizzate per il presente lavoro.

Indagine reperita:

-Prova Penetrometrica Statica CPT profondo 15m (*Lavori di adeguamento normativo per il superamento delle barriere architettoniche. Dott. Geol Benedetti Gianluca 22 03 2011*);

Indagine diretta:

-Sondaggio a carotaggio continuo profondo 15m con realizzazione di n°3 prove in situ SPT (2.40, 6.50, 15.00m dal p.c.); prelievo di n°2 Campioni Indisturbati C.I.1 (1.90 – 2.40m), C.I.2 (6.00 6.50m). Il sondaggio è stato realizzato dalla SOGEKO srl il 29 12 2021.

I Campioni Indisturbati sono stati analizzati dalla GEOTEA srl il 29 12 2021;

-Realizzazione di una prova sismica attiva del tipo SASW / MASW e HVSR. Le prove sono state realizzate dalla ditta CASSEDIL srl il 09 09 2021.

A seguire la ubicazione della CPT del Sondaggio, Della MASW. La prova HVSR è stata fatta dove ora insiste il Penetrometro (CPT)



Prova CPT

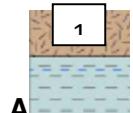


Sondaggio a carotaggio continuo

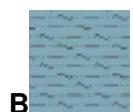


Prova SASW / MASW

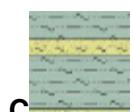
4.1 Unità Stratigrafiche



A Terreno argilloso - limoso. Spessore 0.00m - 3.80m
Terreni a granulometria mediofine il primo metro è di origine antropica (1). È presente una falda (falda sospesa) con livello stabilitizzato a 1.40m.



B Terreno argilloso – limoso e limoso argilloso simile al precedente ma più consistente Spessore 5.00m



C Terreno argilloso limoso con straterelli sabbiosi fini Consistente. Spessore 6.20m f.f.

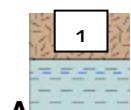
I terreni descritti fanno parte, escluso il primo metro (terreno antropico) della formazione definita stratigraficamente UNITÀ di MODENA. Questa unità, come già detto, ha uno spessore nella zona di Lugo, dai 18 ai 25m e quindi comprende tutta la sezione stratigrafica investigata essendo il sondaggio profondo 15m.

I terreni investigati risultano immersi in acqua con livello freatico posto in prossimità del p.c. (1.40m), per questo motivo si sono prelevati n° 2 campioni a 1.90m e a 6.00m per sottoporli ad analisi di laboratorio con lo scopo principale di verificarne la potenzialità alla "LIQUEFAZIONE". Nel capitolo successivo, oltre ai valori granulometrici scaturiti dal laboratorio, si riporteranno i valori geotecnici scaturiti dalle prove SPT realizzate in foro di sondaggio oltre ai dati scaturiti dalla prova CPT realizzata precedentemente per un altro lavoro ma sempre nel perimetro della scuola in oggetto come la foto di riferimento, sopra riportata, evidenzia.

4.2 Unità Litotecniche

I parametri che seguono scaturiscono da prove dirette realizzate in loco (SPT e Prove di Laboratorio oltre ad una prova reperita CTP).

A seguire si riportano le varie Unità già individuate nella valutazione stratigrafica che verranno parametrizzate sotto l'aspetto geotecnico.



A Terreno argilloso - limoso. Spessore 0.00m - 3.80m

Terreni a granulometria mediofine il primo metro è di origine antropica (1). E' presente una falda (falda sospesa) con livello stabilizzato a 1.40m.

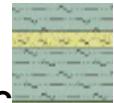
γ (peso di volume)	=	1.85 t/m ³ ;
γ' (peso di volume efficace)	=	0.88 t/m ³ ;
Cu (Coesione non drenata)	=	0.49 kg/cm ² ;
*c' (Coesione drenata)	=	0.03 kg/cm ² ;
Ed (Modulo Edometrico)	=	41.23 kg/cm ² ;
AGI Classificazione	=	Mediamente Consistente.



B Terreno argilloso – limoso e limoso argilloso simile al precedente ma più consistente

Spessore 5.00m

γ (peso di volume)	=	1.90 t/m ³ ;
γ' (peso di volume efficace)	=	0.90 t/m ³ ;
Cu (Coesione non drenata)	=	0.66 kg/cm ² ;
*c' (Coesione drenata)	=	0.06 kg/cm ² ;
Ed (Modulo Edometrico)	=	51.20 kg/cm ² ;
AGI Classificazione	=	Mediamente Consistente.



C Terreno argilloso limoso con straterelli sabbiosi fini.

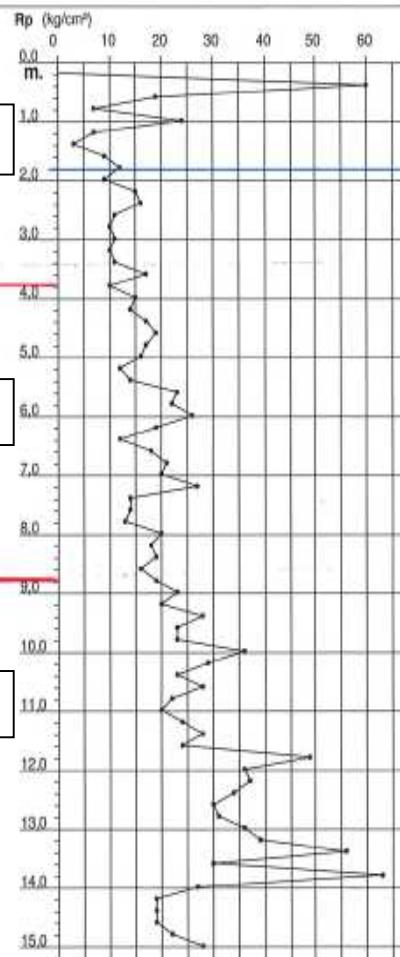
Spessore 6.20m f.f.

γ (peso di volume)	=	1.95 t/m ³ ;
γ' (peso di volume efficace)	=	0.95 t/m ³ ;
C_u (Coesione non drenata)	=	1.00 kg/cm ² ;
* c' (Coesione drenata)	=	0.1 kg/cm ² ;
E_d (Modulo Edometrico)	=	71.610 kg/cm ² ;
AGI Classificazione	=	Da Mediamente Consistente a Consistente.

- committente : Studio ENSER
 - lavoro : Ascensore esterno
 - località : Ist. Stoppa, Lugo (RA)

- committente : Studio ENSER
 - lavoro : Ascensore esterno
 - località : Ist. Stoppa, Lugo (RA)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,80 m da quota inizio
 - pagina : 1



5.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Prima di entrare nel merito di valutazioni specifiche alcune considerazioni di sismicità storica riprese dallo studio redatto dal “Geol Gianluca Benedetti” che ha redatto una relazione per “*L’adeguamento normativo per il superamento delle barriere architettoniche*” per la stessa scuola.

5.1 Sismicità storica

“

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l’area in esame, si riporta di seguito un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Lugo. Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI04, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04, realizzato con il contributo parziale del progetto INGV-DPC S1.

Tabella.1: storia sismica del Comune di Lugo (RA)

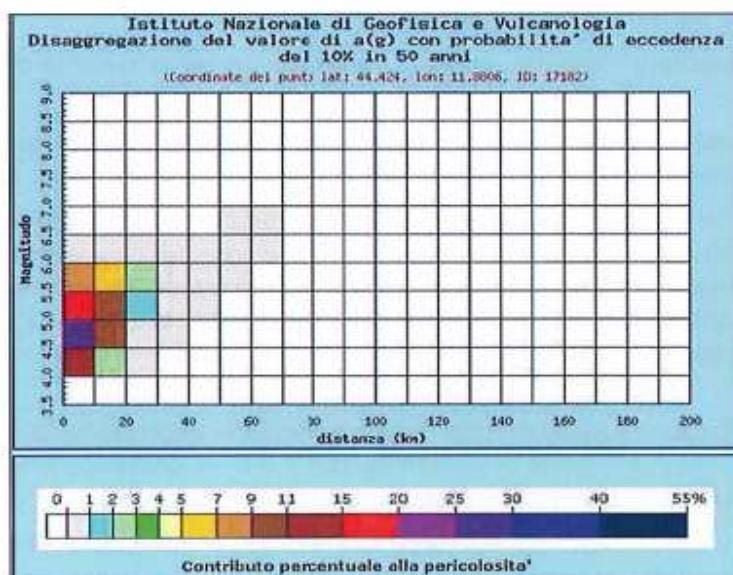
Numero di eventi: 28									
Effetti		In occasione del terremoto del:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Mp	IX	IM
4	1505	01	03	02		Bologna	81	7	5.47
NC	1570	11	17	19	10	Ferrara	60	8	5.48
8-9	1602	04	11	11	30	ROMAGNA	36	9	5.88
4	1873	03	12	20	04	Marche meridionali	196	9	5.88
2-3	1874	10	07			EMOLESE	60	7	4.99
4	1875	03	17	23	51	Romagna sud-orient.	143	8	5.71
2-3	1878	03	12	21	26	Bolognese	27	6	4.83
3	1887	09	30	15	52	FAENZA	11	6-7	4.83
4	1891	06	07	01	06	Valle d’Illasi	403	9	5.71
NE	1897	12	18	07	24	Apeninno umbro-march.	132	7-8	5.18
NE	1898	01	16	12	10	Romagna settent.	73	7	5.03
NE	1904	06	10	11	15	Frignano	96	7	5.08
NE	1904	11	17	05	02	PISTOIESE	204	7	5.18
6-7	1909	01	13	00	46	BASSA PADANA	799	6-7	5.53
4-5	1911	02	19	07	18	Romagna meridionale	185	7	5.38
5	1914	10	27	09	22	GARFAGNANA	618	7	5.79
5	1916	08	16	07	06	Alto Adriatico	266	8	5.92
4	1919	06	29	15	06	Mugello	267	9	5.18
4	1920	09	07	05	55	Garfagnana	638	10	6.48
2	1929	07	18	21	02	MUGELLO	56	7	5.07
3	1930	10	30	07	13	SENIGALLIA	263	8-9	5.94
4	1935	06	05	11	48	FAENIINO	27	6	5.31
4	1936	02	20	01	29	ARGENIA	32	5-6	4.98
NE	1960	10	29	00	09	MUGELLO	37	7	4.93
2-3	1983	11	09	16	29	Parmense	838	7	5.10
2	1984	04	29	05	02	GUSSOIO/VALLEABERICA	709	7	5.68
NE	1986	12	06	17	07	BONCENO	604	6	4.56
3	1989	09	13	21	53	PASUBIO	779	6-7	4.98

Magnitudo di riferimento

Al fine di definire la Magnitudo (M) di riferimento, ci si è riferiti alla disaggregazione sismica del terremoto di progetto.

La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento, di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Per il terremoto di progetto, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) fornisce tali valori e anche i valori medi. In Figura.5 è riportata la disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



disaggregazione del terremoto di progetto (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

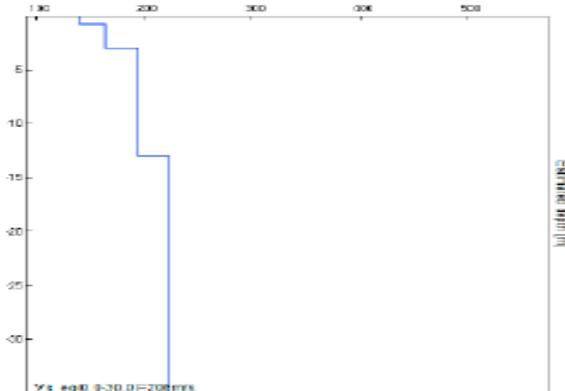
“

5.2 Parametri sismici di sito

Anche per quanto riguarda la parametrizzazione sismica dei terreni presenti e la risposta sismica del sito in generale, si fa riferimento ai dati ottenuti dalle prove specifiche realizzate in situ oltre al rilevamento geologico – geomorfologico. E' stata realizzate n°1 prova sismica attiva del tipo SASW / MASW dalla ditta CASSEDIL srl il 09 09 2021, come già detto.



Ubicazione prova SASW/MASW



Schema velocità onde S - $V_s \text{ eq} = 206 \text{ m/s}$

5.3 CATEGORIA DEL SUOLO

La categoria del suolo è stata definita attraverso la realizzazione della prova sopra indicata (SASW / MASW) ottenendo un valore della $V_s \text{ eq}$ di 206m/s per cui il tipo di suolo attribuito al nostro sito è di un suolo di **Tipo C** – NTC 2018.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositì di terreni a grana grossa medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

5.4 Topografia di sito

Dal punto di vista morfologico l'area è sita su una superficie pianeggiante di piana alluvionale. Da quanto detto, secondo le nuove normative sismiche NTC 2018, la categoria topografica da attribuire al sito è di **Tipo T1** (aree pianeggianti, pendii e rilievi isolati con pendenze inferiori a 15°).

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

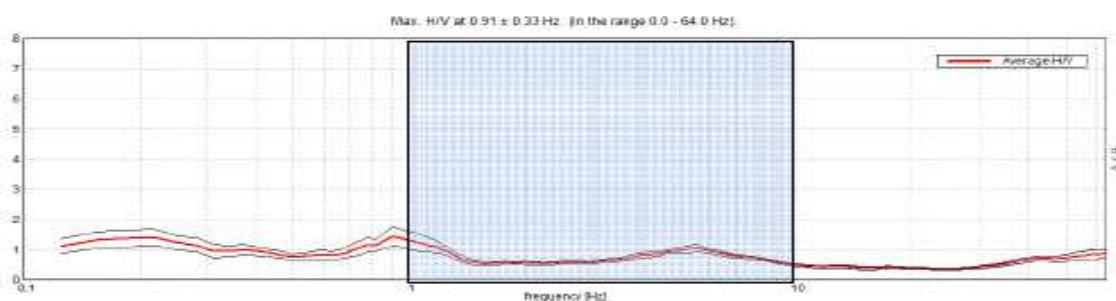
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

5.5 Frequenza caratteristica di sito

La prova HVRS ha individuato, per l'area d'interesse la seguente frequenza di sito:

$$F_0 = 0.91 \pm 0.3 \text{ Hz};$$

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE MISURA T1



Il grafico HVSR mostra un picco di frequenza F0 pari a 0,9 Hz e un picco di frequenza minore pari a 5.5Hz, quest'ultimo all'interno del campo di frequenze d'interesse ingegneristico (1 – 10 Hz) con contrasto di impedenza da basso ad assente. Sono pertanto da escludere, in via preliminare fenomeni di amplificazione sismica per effetti di doppia risonanza.



Ubicazione prova HVSR



Strumento

5.6 Liquefazione

In riferimento alla situazione stratigrafica del sito, che metteva in evidenza la presenza di terreni a granulometria fine immersi in acqua, durante la realizzazione del sondaggio a carotaggio continuo a 1.90m e 6.50m dal p.c. (terreni immersi in acqua) si sono prelevati n°2 campioni indisturbati sui quali si è poi realizzata un'analisi granulometrica per verificare se le granulometrie di detti campioni rientrassero nel "range" dei terreni liquefacibili.

Partendo dalla definizione macroscopica del materiale si ha:

-CI1 1.90 – 2.40m: Limo argilloso per la prima parte (1.90 - 2.05) che passa a sabbia con limo lievemente argillosa per la seconda parte (2.05 – 2.40);

-CI2 6.00 - 6.50m : Limo con sabbia argilloso.

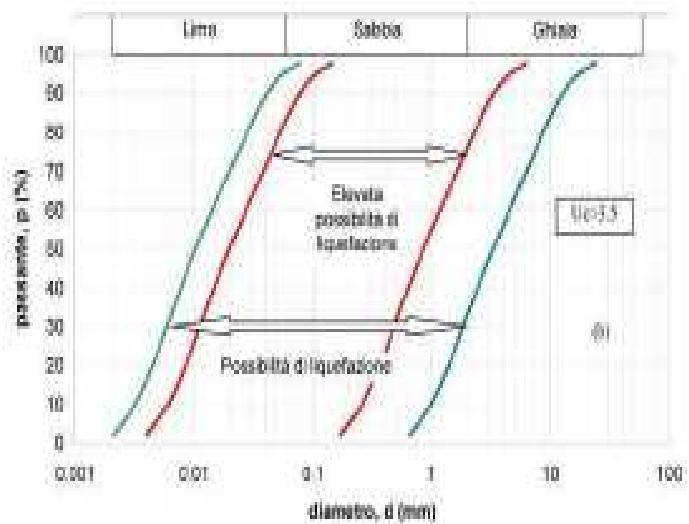
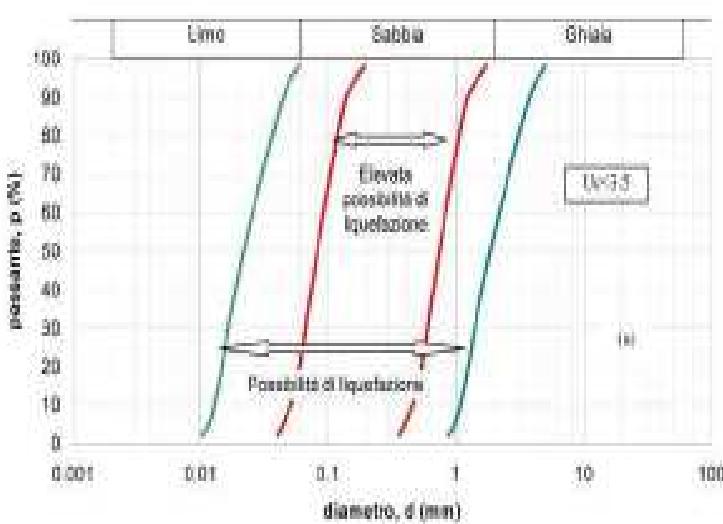
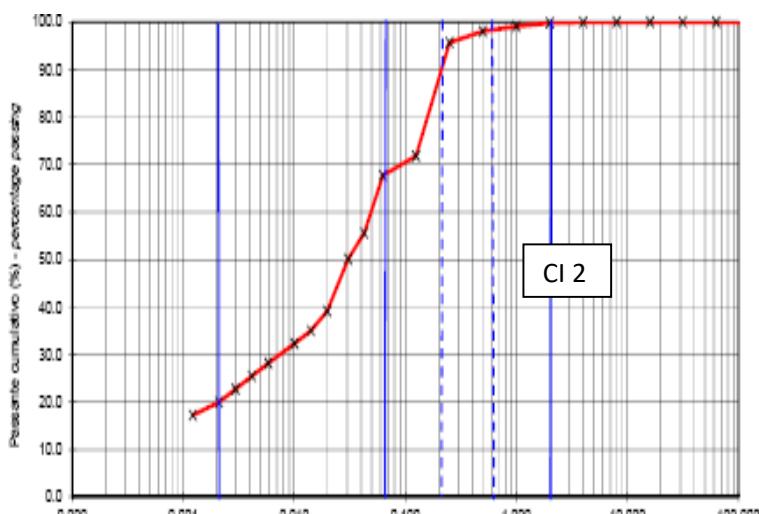
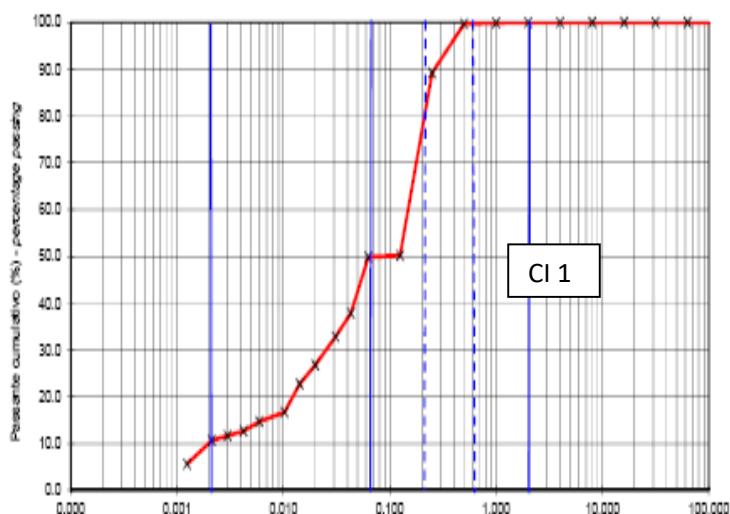


CI 1



CI 2

A seguire le curve granulometriche messe a confronto con quelle suscettibili a liquefazione



Le curve granulometriche dei due campioni (CI 1 , CI 2) non sono comprese nel “*range granulometrico*” dei terreni soggetti alla liquefazione. I due terreni, molto simili stratigraficamente, sono tendenzialmente a comportamento coesivo (limi e limi argillosi) e non sciolto (sabbie).

Il termine liquefazione definisce un fenomeno per il quale si ha una diminuzione di resistenza al taglio e/o rigidezza causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica deve essere effettuata quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo argillosa.

Secondo le NTC 2018, l'analisi sulla verifica e sul potenziale di liquefazione può essere omessa quando si manifestano almeno una delle seguenti condizioni:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N_1) $60 > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove (N_1) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei grafici sopra riportati, ossia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$, o nel caso di terreni con $U_c > 3.5$.

U_c è il rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa.

Nel nostro caso specifico, la verifica a liquefazione non è stata svolta in quanto i terreni sono prevalentemente argilloso limosi, pertanto, non rientrano all'interno del fuso caratteristico.

Per tale motivo le litologie indagate non rientrano tra quelle potenzialmente liquefacibili.

5.7 Sintesi dei parametri sismici

CATEGORIA TOPOGRAFICA T1 (NTC 2018)

CATEGORIA DEL SUOLO "C" (Vs,eq 206 m/sec NTC 2018)

FREQUENZA CARATTERISTICA DI SITO 0.91 Hz

IL TERRENO NON E' LIQUEFACIBILE

Geologo

Falcioni Primo

ALLEGATI:

FOTO;

STRATIGRAFIA SONDAGGIO;

CPT;

MASW;

HVSR;

LABORATORIO.



SOGEO®
s.r.l.
INDAGINI GECONOMICHE ED AMBIENTALI

Via S. Ruffito n. 43 - 08022 S. Pietro di Lugo (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

COMMITTENTE: Classedil s.r.l.

LOCALITÀ: Scuole "Stoppa" - Lugo (RA)

SONDAGGIO N: S.1

ALLEGATO A: C21-114-1

DATA: 29/12/2021



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m

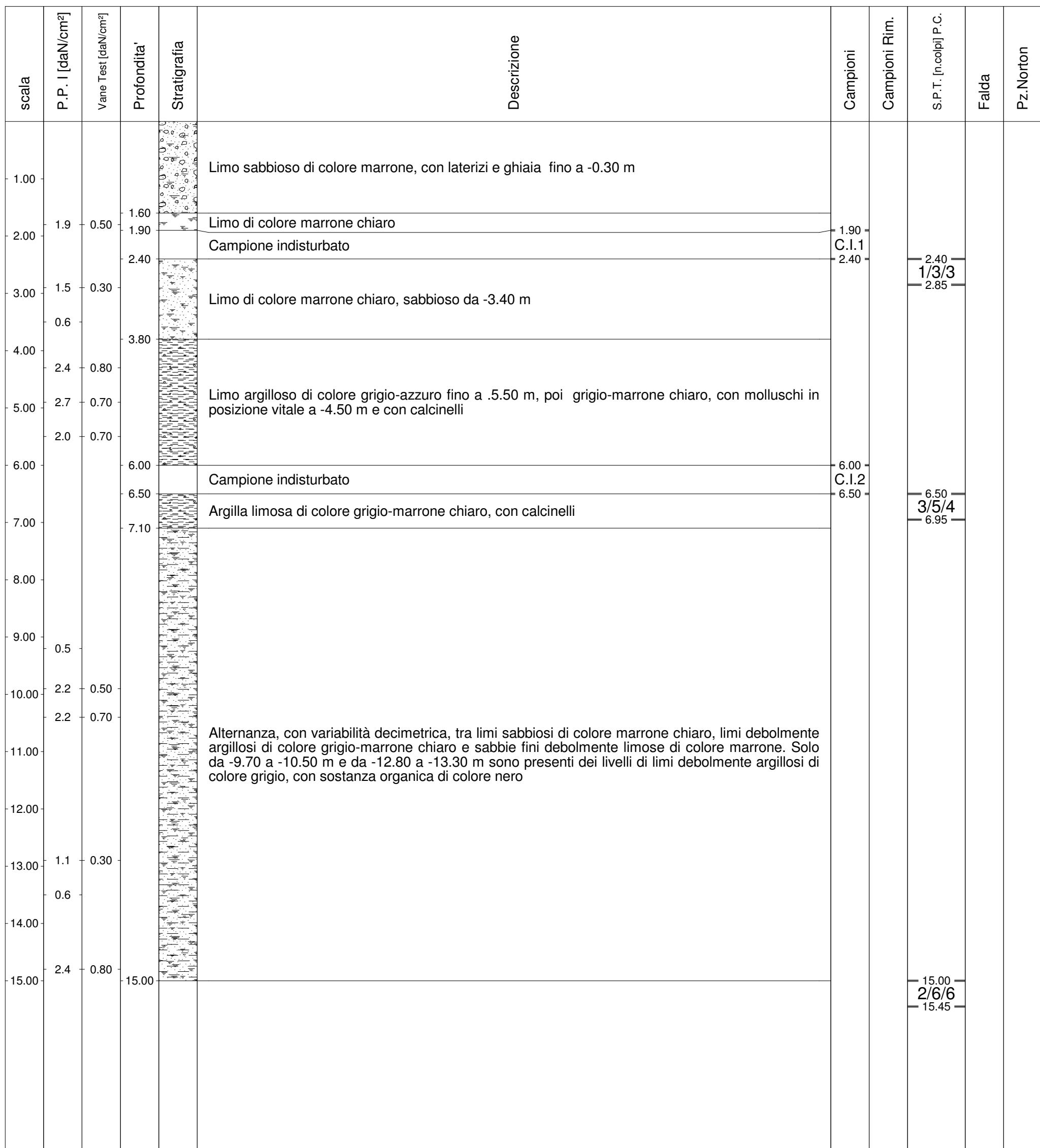


Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m



Posizionamento

 SOGEO S.R.L. INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Potto n. 43 - 48022 S. Potto di LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: Classedil s.r.l.	SOND.N°: S.1	PROF.(m): 15.00
	CANTIERE: Scuole "Stoppa" - Via F.Ili Cortesi, Lugo (RA)	QUOTA (m): p.d.c.	
	PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR	LATITUDINE (°):	
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°):	
	RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	DATA INIZ-FINE: 29/12/2021-29/12/2021	
PIEZOMETRO: -----	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	SCALA: 1:100	
RIF.PREV.N°: 269-21	CERTIFICATO N°: C21-114-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 29/12/2021
			PAGINA N°: 1 di 1



C.I. = campione indisturbato

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1
2.010496-071

- committente :	Studio ENSER	- data :	22/03/2011
- lavoro :	Ascensore esterno	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Ist. Stoppa, Lugo (RA)	- prof. falda :	1,80 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	1,60	----	7,80	13,0	19,0	13,0	0,33	39,0
0,40	60,0	84,0	60,0	3,47	17,0	8,00	20,0	25,0	20,0	0,73	27,0
0,60	19,0	71,0	19,0	0,53	36,0	8,20	18,0	29,0	18,0	0,53	34,0
0,80	7,0	15,0	7,0	0,93	7,0	8,40	19,0	27,0	19,0	0,67	28,0
1,00	24,0	38,0	24,0	1,20	20,0	8,60	16,0	26,0	16,0	0,60	27,0
1,20	7,0	25,0	7,0	0,33	21,0	8,80	19,0	28,0	19,0	0,87	22,0
1,40	3,0	8,0	3,0	0,20	15,0	9,00	23,0	36,0	23,0	0,80	29,0
1,60	9,0	12,0	9,0	0,47	19,0	9,20	20,0	32,0	20,0	0,67	30,0
1,80	12,0	19,0	12,0	0,47	26,0	9,40	28,0	38,0	28,0	1,13	25,0
2,00	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0	9,60	23,0	40,0	23,0	0,93	25,0
2,20	15,0	21,0	15,0	0,67	22,0	9,80	23,0	37,0	23,0	0,40	57,0
2,40	16,0	26,0	16,0	0,60	27,0	10,00	36,0	42,0	36,0	1,07	34,0
2,60	11,0	20,0	11,0	0,73	15,0	10,20	29,0	45,0	29,0	1,13	26,0
2,80	10,0	21,0	10,0	0,47	21,0	10,40	23,0	40,0	23,0	0,47	49,0
3,00	11,0	18,0	11,0	0,40	27,0	10,60	28,0	35,0	28,0	0,60	47,0
3,20	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0	10,80	22,0	31,0	22,0	0,80	27,0
3,40	11,0	17,0	11,0	0,33	33,0	11,00	20,0	32,0	20,0	0,87	23,0
3,60	17,0	22,0	17,0	0,47	36,0	11,20	24,0	37,0	24,0	0,87	28,0
3,80	10,0	17,0	10,0	0,40	25,0	11,40	28,0	41,0	28,0	0,87	32,0
4,00	15,0	21,0	15,0	0,67	22,0	11,60	24,0	37,0	24,0	1,27	19,0
4,20	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0	11,80	49,0	68,0	49,0	1,47	33,0
4,40	17,0	27,0	17,0	0,73	23,0	12,00	36,0	58,0	36,0	1,20	30,0
4,60	19,0	30,0	19,0	0,73	26,0	12,20	37,0	55,0	37,0	1,40	26,0
4,80	17,0	28,0	17,0	0,60	28,0	12,40	34,0	55,0	34,0	1,13	30,0
5,00	16,0	25,0	16,0	0,60	27,0	12,60	30,0	47,0	30,0	1,47	20,0
5,20	12,0	21,0	12,0	0,60	20,0	12,80	31,0	53,0	31,0	1,47	21,0
5,40	14,0	23,0	14,0	0,67	21,0	13,00	36,0	58,0	36,0	1,47	25,0
5,60	23,0	33,0	23,0	0,67	34,0	13,20	39,0	61,0	39,0	1,53	25,0
5,80	22,0	32,0	22,0	0,73	30,0	13,40	56,0	79,0	56,0	2,40	23,0
6,00	26,0	37,0	26,0	0,93	28,0	13,60	30,0	66,0	30,0	1,53	20,0
6,20	19,0	33,0	19,0	0,67	28,0	13,80	63,0	86,0	63,0	2,20	29,0
6,40	12,0	22,0	12,0	0,40	30,0	14,00	27,0	60,0	27,0	1,53	18,0
6,60	18,0	24,0	18,0	0,60	30,0	14,20	19,0	42,0	19,0	0,93	20,0
6,80	21,0	30,0	21,0	0,33	63,0	14,40	19,0	33,0	19,0	0,67	28,0
7,00	20,0	25,0	20,0	0,80	25,0	14,60	19,0	29,0	19,0	0,87	22,0
7,20	27,0	39,0	27,0	0,93	29,0	14,80	22,0	35,0	22,0	1,47	15,0
7,40	14,0	28,0	14,0	0,73	19,0	15,00	28,0	50,0	28,0	----	----
7,60	14,0	25,0	14,0	0,40	35,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

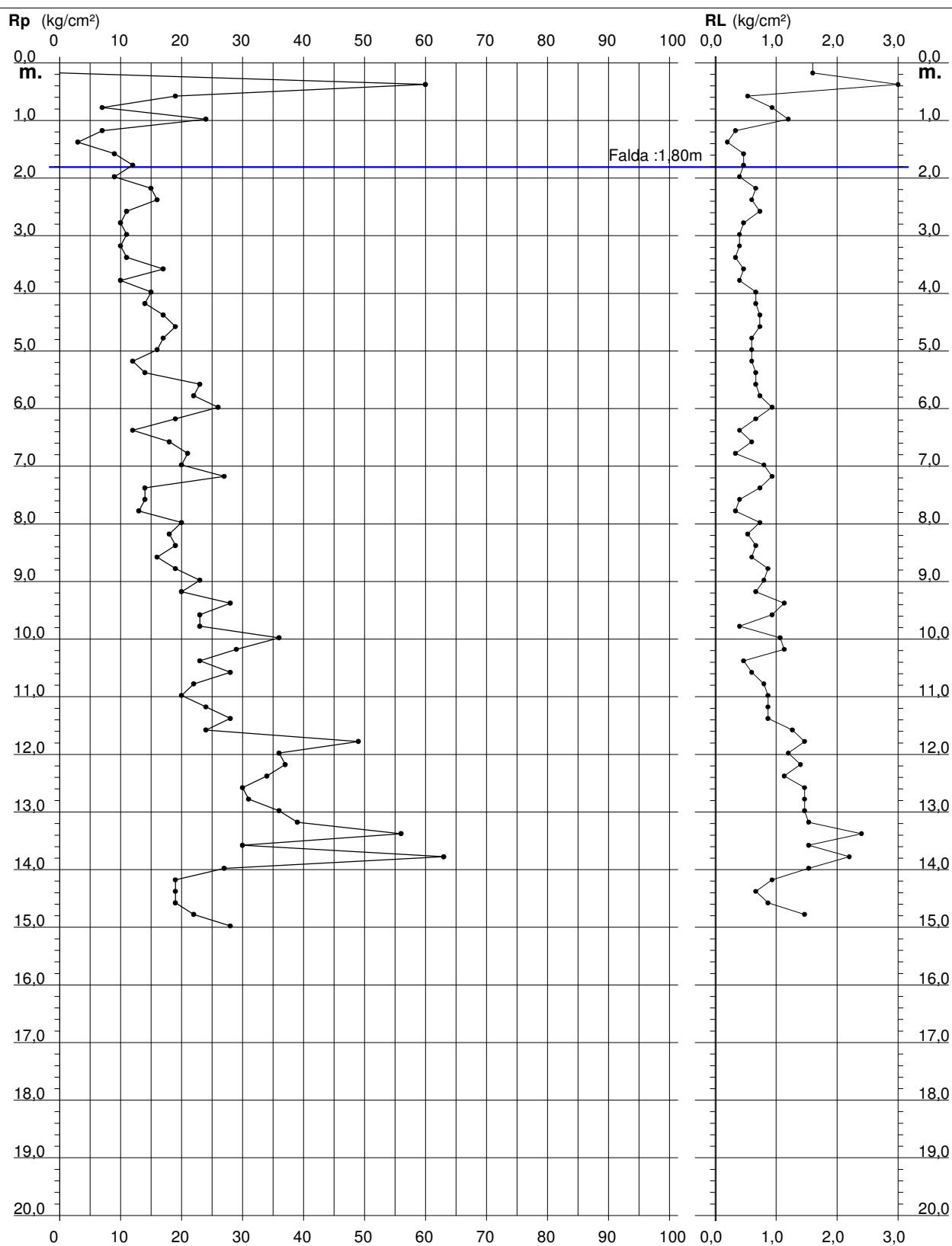
**PROVA PENETROMETRICA STATICÀ
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio ENSER
- lavoro : Ascensore esterno
- località : Ist. Stoppa, Lugo (RA)

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



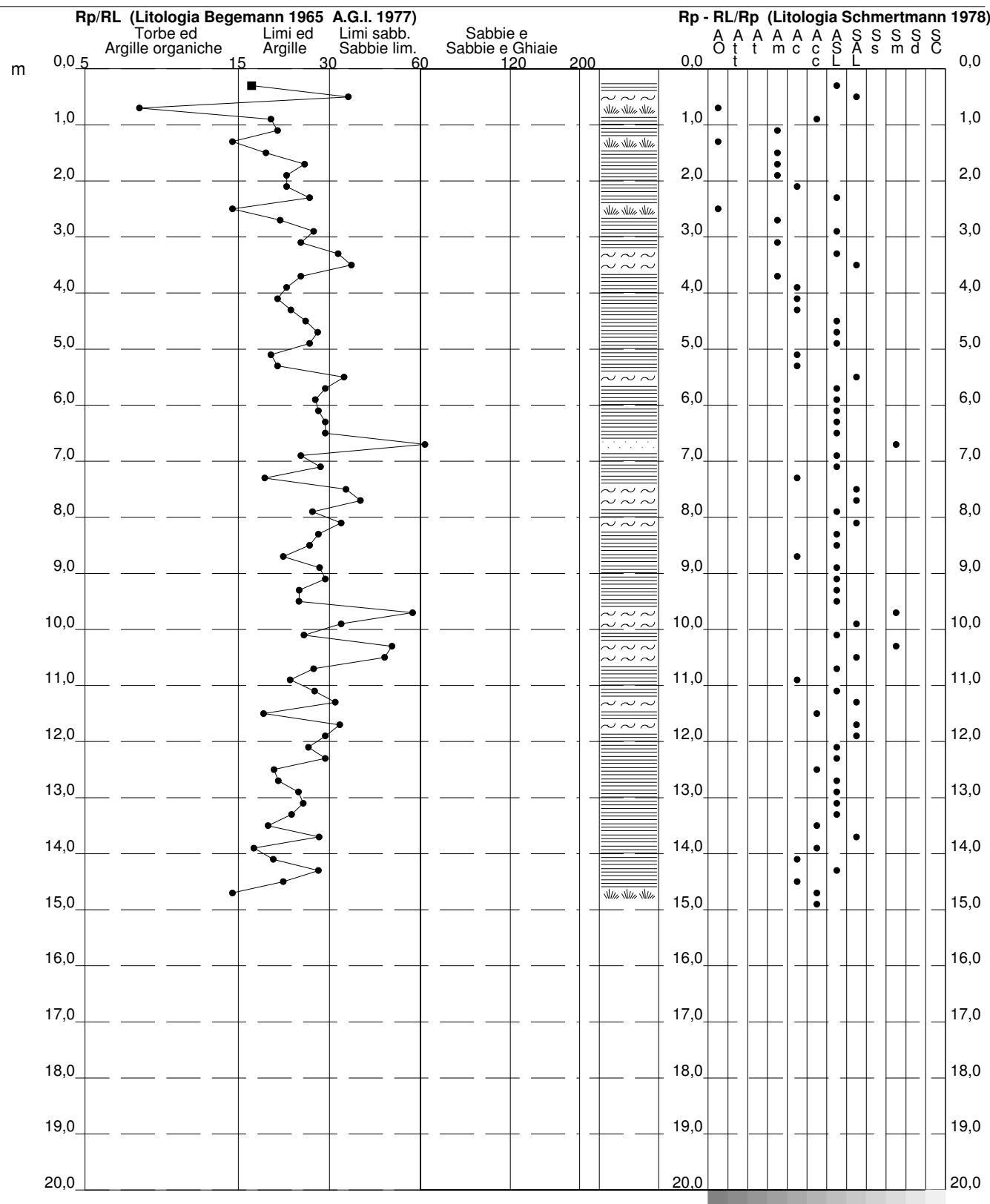
PROVA PENETROMETRICA STATICÀ VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio ENSER
- lavoro : Ascensore esterno
- località : Ist. Stoppa, Lugo (RA)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio ENSER
- lavoro : Ascensore esterno
- località : Ist. Stoppa, Lugo (RA)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE										
	Rp kg/cm²	Rp/Rl (%)	Natura Litolo.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	60	17	4/J:	1,85	0,07	2,00	99,9	340	510	180	100	42	43	45	46	45	32	0,258	100	150	180
0,60	19	36	4/J:	1,85	0,11	0,78	71,3	132	198	58	69	38	39	41	43	39	27	0,155	32	48	57
0,80	7	7	1***	1,85	0,15	0,35	18,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	24	20	4/J:	1,85	0,19	0,89	44,7	151	227	72	64	37	39	41	43	38	28	0,142	40	60	72
1,20	7	21	2///	1,85	0,22	0,35	11,1	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	3	15	1***	1,85	0,26	0,15	3,2	14	21	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	9	19	2///	1,85	0,30	0,45	10,6	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	12	26	2///	0,92	0,31	0,57	13,2	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	9	22	2///	0,88	0,33	0,45	9,2	79	118	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	15	22	2///	0,95	0,35	0,67	14,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	16	27	2///	0,96	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	11	15	2///	0,91	0,39	0,54	9,4	93	139	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	10	21	2///	0,90	0,41	0,50	8,1	97	146	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	11	27	2///	0,91	0,42	0,54	8,4	101	151	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	10	25	2///	0,90	0,44	0,50	7,3	109	164	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	11	33	4/J:	0,87	0,46	0,54	7,6	112	168	42	15	30	33	36	39	29	26	0,029	18	28	33
3,60	17	36	4/J:	0,91	0,48	0,72	10,5	123	184	54	29	32	35	37	40	31	27	0,056	28	43	51
3,80	10	25	2///	0,90	0,50	0,50	6,3	129	193	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	15	22	2///	0,95	0,52	0,67	8,7	122	183	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	14	21	2///	0,94	0,53	0,64	7,8	129	193	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	17	23	2///	0,97	0,55	0,72	8,8	131	197	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	19	26	2///	0,99	0,57	0,78	9,2	136	204	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	17	28	2///	0,97	0,59	0,72	8,1	142	213	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	16	27	2///	0,96	0,61	0,70	7,4	151	226	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	12	20	2///	0,92	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	14	21	2///	0,94	0,65	0,64	6,1	171	256	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	23	34	3:::	0,86	0,67	--	--	--	--	--	31	32	35	38	41	31	28	0,061	38	58	69
5,80	22	30	4/J:	0,93	0,68	0,85	8,2	164	245	66	29	32	35	37	40	31	28	0,056	37	55	66
6,00	26	28	4/J:	0,95	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78
6,20	19	28	2///	0,99	0,72	0,78	6,8	183	274	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	12	30	4/J:	0,88	0,74	0,57	4,5	207	310	45	6	29	32	35	39	27	26	0,015	20	30	36
6,60	18	30	4/J:	0,91	0,76	0,75	6,2	199	299	56	20	31	34	36	40	29	27	0,038	30	45	54
6,80	21	63	3:::	0,85	0,78	--	--	--	--	--	25	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63
7,00	20	25	4/J:	0,93	0,79	0,80	6,3	207	310	60	22	31	34	37	40	29	27	0,042	33	50	60
7,20	27	29	4/J:	0,95	0,81	0,95	7,6	198	298	81	32	32	35	38	41	31	28	0,062	45	68	81
7,40	14	19	2///	0,94	0,83	0,64	4,5	232	348	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	14	35	4/J:	0,89	0,85	0,64	4,4	237	356	48	8	29	32	35	39	27	26	0,018	23	35	42
7,80	13	39	4/J:	0,88	0,87	0,60	4,0	242	363	47	5	29	32	35	38	26	26	0,013	22	33	39
8,00	20	27	4/J:	0,93	0,89	0,80	5,5	240	360	60	20	31	34	36	40	29	27	0,037	33	50	60
8,20	18	34	4/J:	0,91	0,90	0,75	5,0	250	375	56	16	30	33	36	39	28	27	0,030	30	45	54
8,40	19	28	2///	0,99	0,92	0,78	5,0	255	382	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	16	27	2///	0,96	0,94	0,70	4,3	264	395	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	19	22	2///	0,99	0,96	0,78	4,8	267	401	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	23	29	4/J:	0,94	0,98	0,87	5,4	268	401	69	22	31	34	37	40	29	28	0,042	38	58	69
9,20	20	30	4/J:	0,93	1,00	0,80	4,7	278	417	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60
9,40	28	25	4/J:	0,96	1,02	0,97	5,9	272	408	84	28	32	35	37	40	30	28	0,053	47	70	84
9,60	23	25	4/J:	0,94	1,04	0,87	5,0	286	430	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69
9,80	23	57	3:::	0,86	1,06	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	28	0,038	38	58	69
10,00	36	34	3:::	0,89	1,07	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,069	60	90	108
10,20	29	26	4/J:	0,96	1,09	0,98	5,5	296	444	87	27	32	35	37	40	30	29	0,052	48	73	87
10,40	23	49	3:::	0,86	1,11	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	28	0,036	38	58	69
10,60	28	47	3:::	0,87	1,13	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	29	28	0,048	47	70	84
10,80	22	27	4/J:	0,93	1,15	0,85	4,3	320	480	66	17	30	33	36	39	28	28	0,032	37	55	66
11,00	20	23	4/J:	0,93	1,16	0,80	3,9	326	489	60	13	30	33	36	39	27	27	0,025	33	50	60
11,20	24	28	4/J:	0,94	1,18	0,89	4,4	330	495	72	19	31	34	36	40	28	28	0,036	40	60	72
11,40	28	32	3:::	0,87	1,20	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	28	0,045	47	70	84
11,60	24	19	4/J:	0,94	1,22	0,89	4,2	341	511	72	18	31	33	36	39	28	28	0,035	40	60	72
11,80	49	33	3:::	0,92	1,24	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,085	82	123	147
12,00	36	30	4/J:	0,99	1,26	1,20	5,9	334	501	108	31	32	35	38	41	30	30	0,060	60	90	108
12,20	37	26	4/J:	0,99	1,28	1,23	6,0	338	507	111	32	32	35	38	41	30	30	0,062	62	93	111
12,40	34	30	4/J:	0,98	1,30	1,13	5,3	354	531	102	29	3									



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO

9001:20015

RAPPORTO DI PROVA

RdP2021056-B_Rev.1 del 16/09/2021



Oggetto della prova:	Polo tecnico professionale "E. Stoppa"
Committente:	INSIGHT&CO S.R.L. via Tiburtina Valeria 149/1 Pescara
Località del cantiere:	Via Fratelli Cortesi, 48022 Lugo RA
Responsabile Tecnico di Prova	Dott. Ing. Davide Basile Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 e UNI/PdR 56:2019 III livello per metodi SC, UT, MG MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH. II livello per metodi DN, PT e VT indus.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



1 GENERALITÀ	2
2 INDICAZIONE DELLE ZONE DI PROVA.....	4
3 RISULTATI DELLE INDAGINI	5



1 Generalità

In data 9 Settembre 2021 è stata eseguita una prospezione geofisica consistente in una prova di sismica attiva (SASW/MASW) nel cortile interno del Polo Tecnico Professionale – Sezione Professionale E. Stoppa in Comune di Lugo (RA); la prospezione è stata effettuata con uno stendimento di lunghezza pari a 36 m e passo intergeofonico pari a 2 m.

Per tale prospezione è stato utilizzato un tromografo “Tromino Engineering” prodotto dalla ditta Micromed/MoHo Srl, avente codice seriale TEN-0010/01-07; trattasi di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

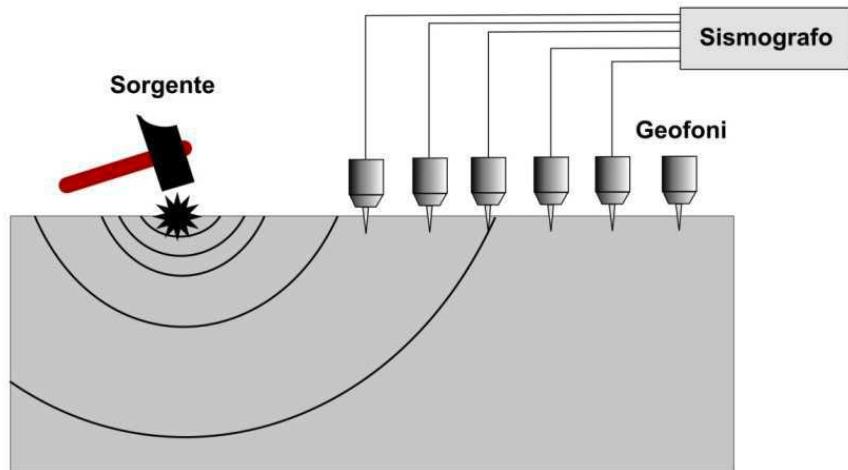


Tromografo digitale “Tromino”

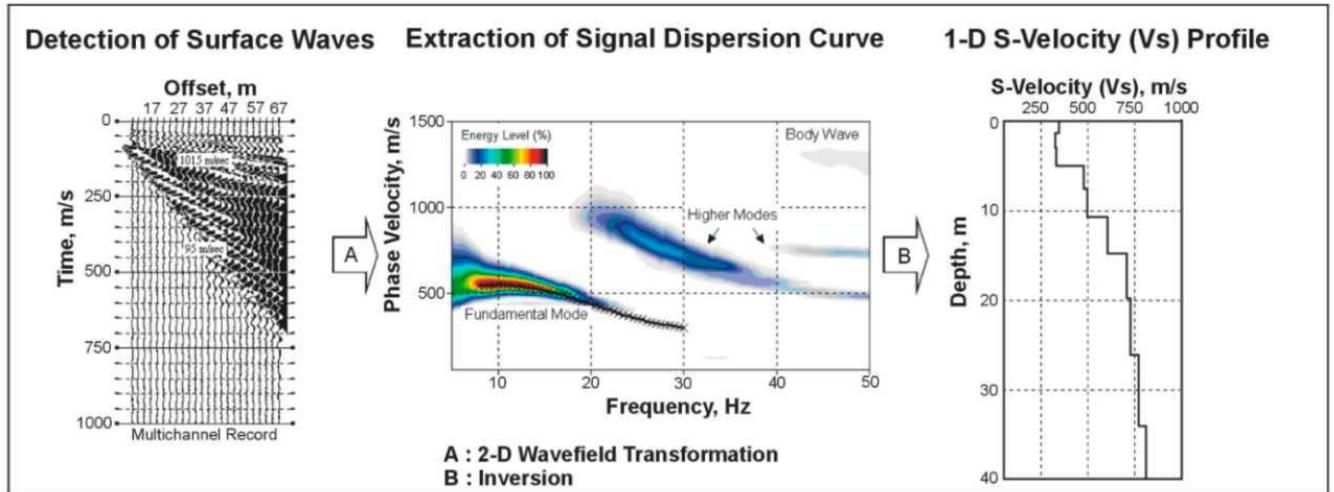
Le prove SASW/MASW sono utili per ricavare il parametro Vs30, richiesto dalla nuova normativa sismica. Questo tipo di indagine mira a ricostruire la curva di dispersione della velocità di fase delle onde di superficie generate in sede di energizzazione. Tramite le prove MASW vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

La procedura MASW prevede tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campagna: registrazione di linea sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) di lunghezza e distanza intergeofonica variabile utile a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio)



2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità





CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



2 Indicazione delle zone di prova



Ubicazione prospezione SASW/MASW



Esecuzione di prospezione SASW/MASW



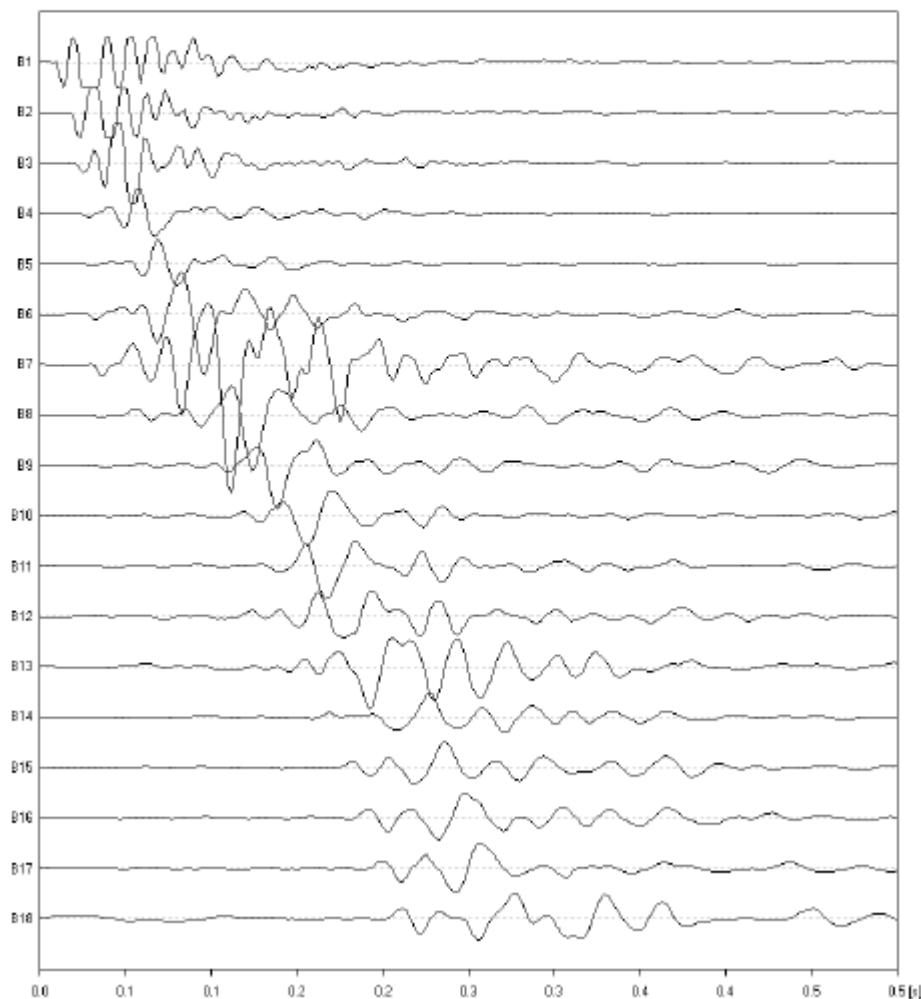
3 Risultati delle indagini

LUGO (RA)-POLO TECNICO PROFESSIONALE – SEZ. PROFESSIONALE E. STOPPA MISURA DI SISMICA ATTIVA – SASW CON ELABORAZIONE MASW

Inizio registrazione: 09/09/21 11:11:13 Fine registrazione: 09/09/21 11:31:51
Durata registrazione: 0h00'02". Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ;
B9 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ;
B18

Array geometry 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0





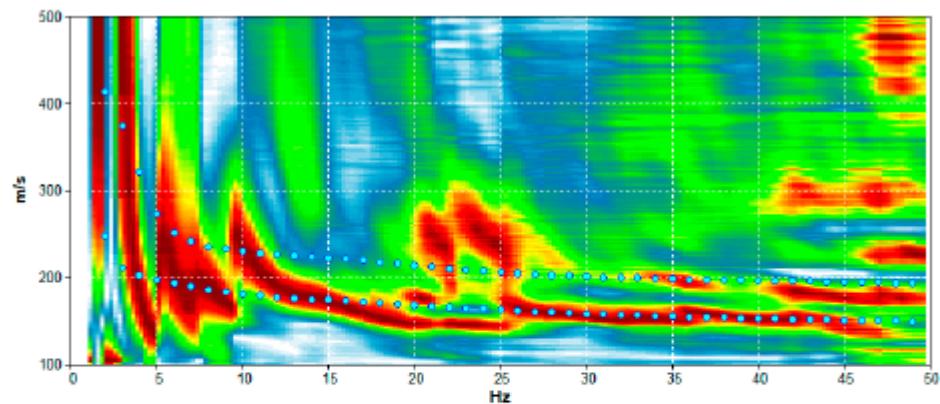
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

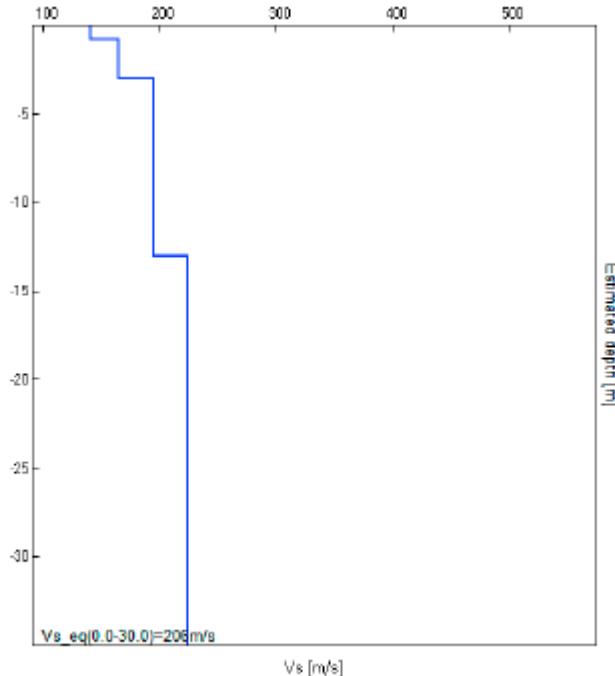


MODELED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.80	0.80	141	0.42
3.00	2.20	165	0.42
13.00	10.00	195	0.42
43.00	30.00	225	0.42
63.00	20.00	240	0.42
113.00	50.00	490	0.42
inf.	inf.	525	0.42

Vs_eq(0.0-30.0)=206m/s





Nelle NTC-2018 per valutare l'effetto della risposta sismica locale si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento così come riportato nella tabella seguente.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Anumassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grani grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

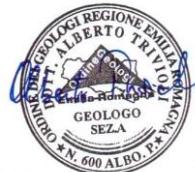
Estratto dalle NTC 2018 (tabella 3.2.II) – Categorie di sottosuolo

Relativamente alla valutazione della Risposta Sismica Locale del sito con procedura semplificata (NTC-2018), che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento il valore di Vs_eq (nell'intervallo che definisce la CATEGORIA DI SOTTOSUOLO "C").

Parma, 16 settembre 2021

Il geologo

Dott. Geol. Alberto Trivoli



*REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI RAVENNA
COMUNE DI LUGO*

***POLO TECNICO PROFESSIONALE
SEZIONE PROFESSIONALE E. STOPPA***

***PROSPEZIONE DI SISMICA PASSIVA
HVS R***

MARZO 2022

COMMITTENTE:

CLASSEDIL SRL

Via Romea Sud 264/B

48124 Ravenna (RA)

C.F.e P.IVA 02568840397

 <p><i>Dott. Geol. Alberto Trivoli</i></p>	<p><i>AMBIENTE E TERRITORIO SRL</i></p> <p>Sede legale: <i>Via Sicuri, 60/a – 43124 Parma</i> Tel. 0521/232421 - Fax 0521/230760 E-mail: <i>ambienteeterritorio@gmail.com</i> <i>ambienteeterritoriosrl@pec.it</i> <i>C.F.e P.I. 02377880345</i></p> <div data-bbox="679 1821 1049 1940"><p><i>Ambiente e Territorio Srl</i></p></div>
---	--

I - GENERALITA'

In data 18-03-2022, per conto della CLASSEDIL Srl, è stata eseguita una prospezione geofisica, consistente in una prova di sismica passiva (HVSR), nel punto indicato dalla committenza, nel cortile interno del Polo Tecnico Professionale – Sezione Professionale E. Stoppa in Comune di Lugo (RA); trattasi di misure di rumore sismico ambientale (Microtremori), per la determinazione della frequenza fondamentale dei terreni.

Per tale prospezione è stato utilizzato un tromografo “Tromino Engineering” prodotto dalla ditta Micromed/MoHo Srl, avente codice seriale TEN-0010/01-07; trattasi di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.



Tromografo digitale “Tromino”

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche).

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è il tromografo “Tromino”, si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSR).

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio Vs del primo strato dalla seguente relazione:

$$fr = Vs_1 / 4 h$$

Vs₁ = velocità delle onde S del primo strato

h = spessore primo strato

L' HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli.

2 - PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR

LUGO (RA) - SCUOLA STOPPA

Instrument: TEN-0010/01-07 Data format: 16 byte Full scale [mV]: 51

Start recording: 18/03/22 13:39:21 End recording: 18/03/22 13:50:23

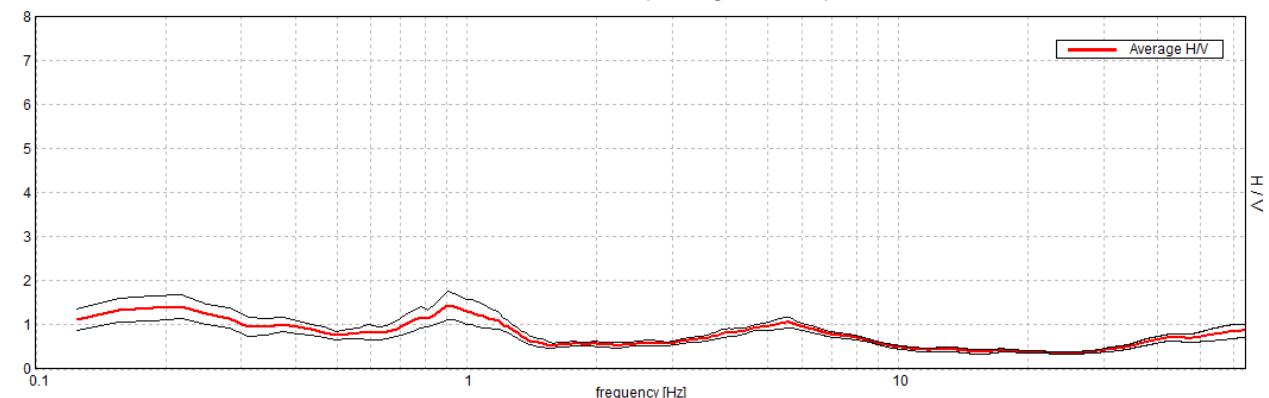
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRIG+ TRIG-

Trace length: 0h11'00". Analysis performed on the entire trace.

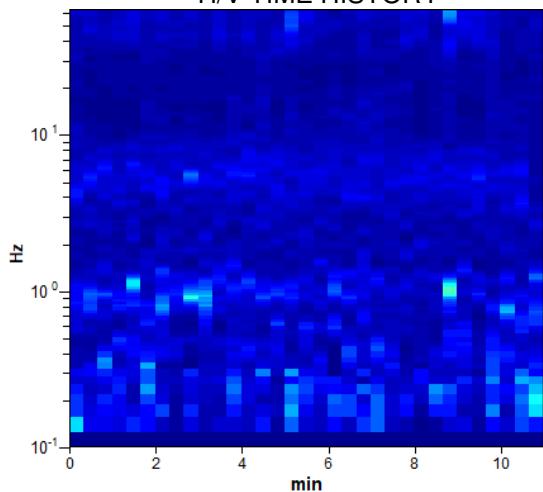
Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

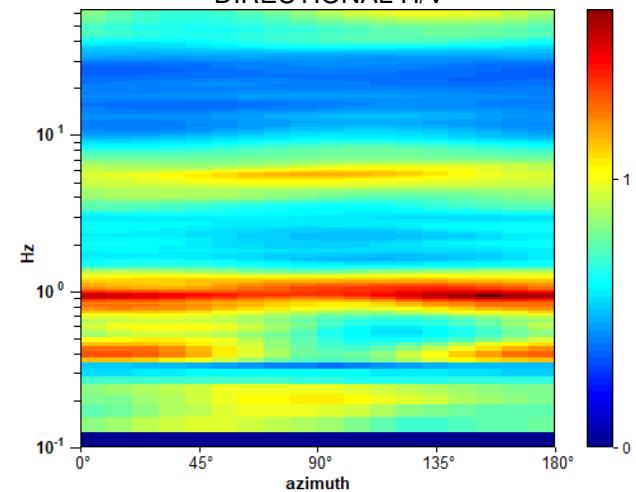
Max. H/V at 0.91 ± 0.33 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



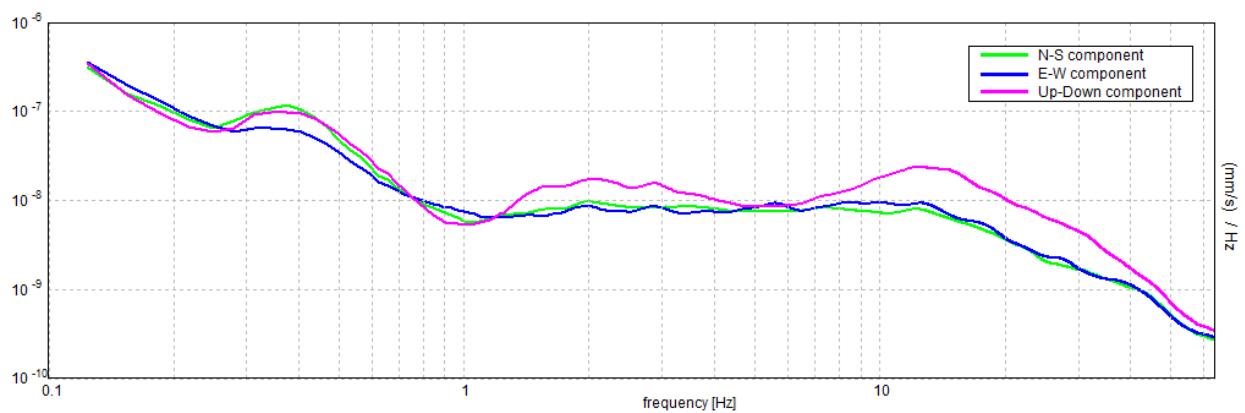
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines.]

Max. H/V at 0.91 ± 0.33 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.91 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$598.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 44 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.44 > 2$		NO
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36925 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33463 < 0.13594$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3219 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

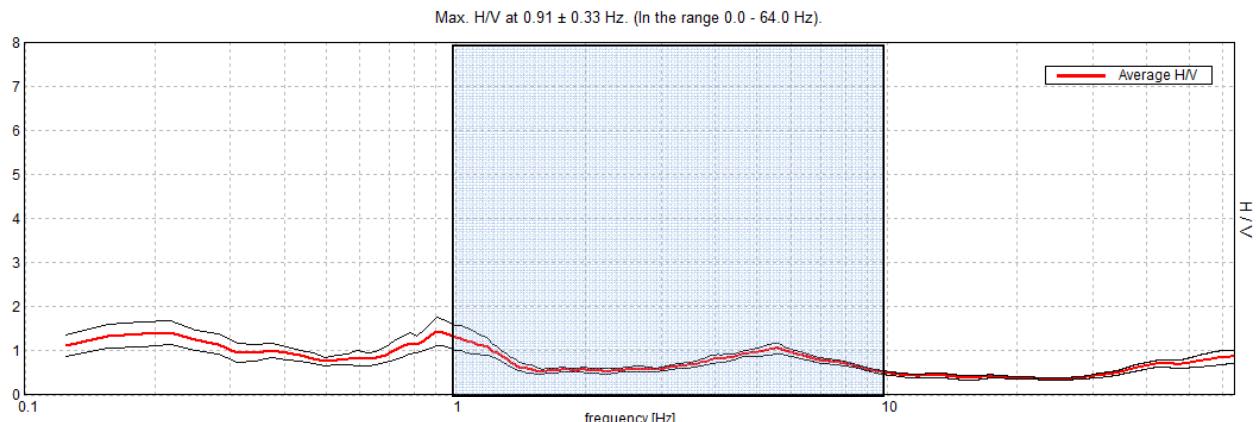
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

3 - FREQUENZA FONDAMENTALE DEI TERRENI

L'indagine sismica effettuata consente la valutazione della frequenza fondamentale dei terreni indagati. Tale valutazione risulta di notevole importanza se si considera che in caso di eventi sismici la struttura subisce danni notevolmente maggiori se essa presenta dei modi di vibrare con frequenze prossime a quelle dei terreni.

Nakamura (1989) ha dimostrato che i massimi dei rapporti spettrali H/V consentono di individuare correttamente la frequenza e quindi il periodo fondamentale di risonanza per le onde S.

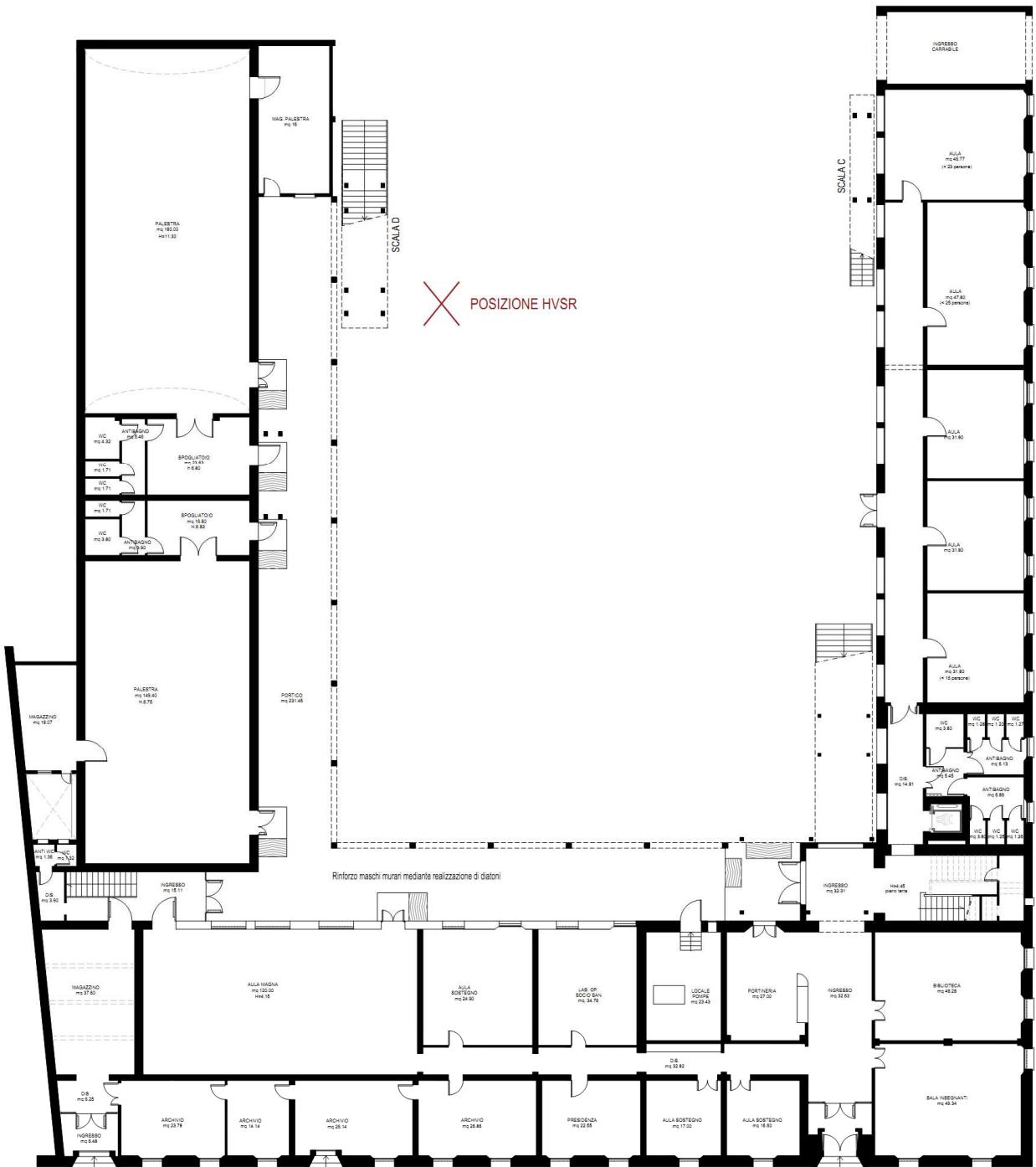
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE MISURA T1



Ampiezza picco HSVR ≥ 3	Ampiezza picco 2 ≤ HSVR < 3	Ampiezza picco 1,5 ≤ HSVR < 2	Ampiezza picco HSVR ≤ 1,5
contrasto impedenza elevato	contrasto impedenza moderato	contrasto impedenza basso	assenza contrasti di impedenza

Il grafico HVSR mostra un picco massimo di frequenza pari a 0,9 Hz e un picco di frequenza minore pari 5,5 Hz, quest'ultimo all'interno del campo di frequenze di interesse ingegneristico (1÷10 Hz) con contrasto d'impedenza da basso a assente; sono pertanto da escludere, in via preliminare, fenomeni d'amplificazione sismica per effetti di doppia risonanza (frequenza naturale edificio = frequenza naturale terreni di fondazione).

PIANO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO - SEZIONE PROFESSIONALE "E.STOPPA" -LUGO (RA)
PIANO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO - SEZIONE PROFESSIONALE "E.STOPPA" -LUGO (RA)



UBICAZIONE PROSPEZIONE HVSR



ESECUZIONE DI PROSPEZIONE HVSR

Parma, marzo 2022

il geologo
Dott. Geol. Alberto Trivoli





GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO
9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

CERTIFICATO DI PROVA

TEST REPORT

2111

22.012

000

pagine del documento - document pages

5

Verbale - Acceptance report
Committente - Commissioner
Località - Locality
Cantiere - Investigation site

2111
CLASSE DIL SRL
LUGO (RA)
SCUOLA STOPPA VIA FRAT. CORTESI

DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE
Samples identification and performed tests

Note - Remarks:

Il nostro laboratorio esegue le prove commissionate secondo le norme di riferimento riportate su ogni certificato; il laboratorio segue inoltre le raccomandazioni contenute nella norma UNI EN 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura".

Questi risultati sono per uso esclusivo del cliente per il quale sono stati ottenuti. Essi sono applicabili solamente ai campioni testati e non sono indicativi di campioni apparentemente simili.

These results are for the exclusive use of the client for whom they were obtained. They apply only to the tested samples and are not

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail: laboratorio.rastec@database.it

e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre





GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO
9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

SAMPLE DESCRIPTION

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 14688-1/2 - Racc. AGI

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	2111- 22.012- 001
Verbale - <i>Acceptance report</i>	2111
Committente - <i>Commissioner</i>	CLASSEDIL SRL
Località - <i>Locality</i>	LUGO (RA)
Cantiere - <i>Site</i>	SCUOLA STOPPA- VIA FRAT. CORTESI
Sondaggio - <i>Borehole</i>	S1
Campione - <i>Sample</i>	C11
Profondità - <i>Depth</i>	1.90- 2.40 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	29/12/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	03/01/2022
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	06/01/2022
Data certificazione - <i>Report date</i>	11/01/2022
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	03/01/2022
Classe campione - <i>Sample quality</i>	Q4



Pocket Penetrometer Test (kg/cm²) 1.5- 0- 0- 0

Vane Test (kg/cm²)

0.8- 0- 0- 0

Campione non omogeneo costituito da 1.90- a 2.05 m da limo argilloso, da 2.05- a 2.40 m da sabbia con limo debolmente argilloso. Colore 5/3 10yr Brown.

Note - Remarks

Direttore Manager

Sperimentatore Technician

Via della Tecnica 5/A - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre



GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

ANALISI GRANULOMETRICA

PARTICLE SIZE ANALYSIS

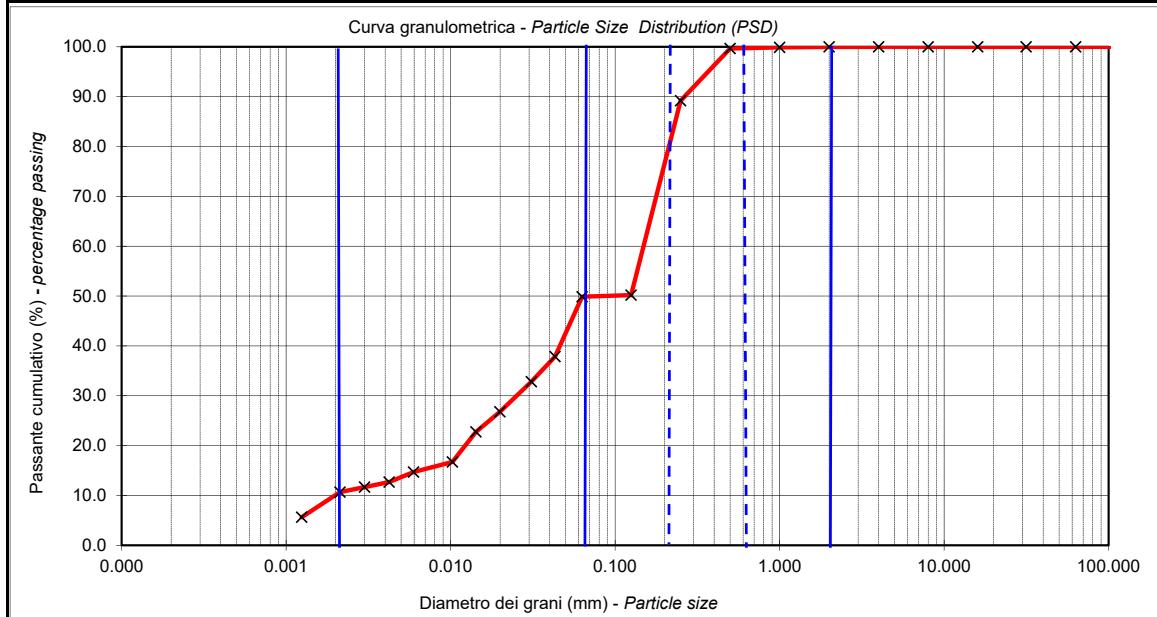
Normativa di rif: UNI CEN ISO/TS 17892-4 CNR UNI A. V n° 23

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	2111-22.012-002
Verbale - <i>Acceptance report</i>	2111
Committente - <i>Commissioner</i>	CLASSEDIL SRL
Località - <i>Locality</i>	LUGO (RA)
Cantiere - <i>Site</i>	SCUOLA STOPPA- VIA FRAT. CORTESI
Sondaggio - <i>Borehole</i>	S1
Campione - <i>Sample</i>	CI1
Profondità - <i>Depth</i>	1.90-2.40 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	29/12/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	03/01/2022
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	06/01/2022
Data certificazione - <i>Report date</i>	11/01/2022
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	03/01/2022

SETACCIATURA - SIEVES TEST			SEDIMENTAZIONE - HYDROMETER TEST		
Massa campione (g) - Specimen weight			Massa campione (g) - Specimen weight		
Setaccio (mm) <i>Sieve diameter</i>	Peso (g) <i>Mass retained</i>	Passante (%) <i>Percentage passing</i>	Diametro (mm) <i>Particle size</i>	Lettura <i>Data</i>	Passante (%) <i>Percentage passing</i>
125	0.00	100.00	0.043	22.5	37.86
63	0.00	100.00	0.031	20.0	32.82
31.5	0.00	100.00	0.020	17.0	26.78
16	0.00	100.00	0.014	15.0	22.76
8	0.00	100.00	0.010	12.0	16.71
4	0.00	100.00	0.006	11.0	14.70
2	0.00	100.00	0.004	10.0	12.69
1	0.81	99.89	0.0030	9.5	11.68
0.5	1.74	99.66	0.0021	9.0	10.67
0.25	77.67	89.19	0.0012	6.5	5.64
0.125	289.45	50.19			
0.063	2.38	49.87			

Granulometria A.G.I. <i>PSD</i>	Ghiaia (%) <i>Gravel</i>	0.11	Sabbia (%) <i>Sand</i>	51.84	Limo (%) <i>Silt</i>	38.10	Argilla (%) <i>Clay</i>	9.95
---	------------------------------------	-------------	----------------------------------	--------------	--------------------------------	--------------	-----------------------------------	-------------



D_{10} (mm) 0.002	Agente disperdente - <i>dispersing agent</i> : Sodium hexametaphosphate	D_{60} (mm) 0.156	temperatura di prova (°) - <i>temperature</i> 21
---------------------	---	---------------------	--

Note - Remarks

Direttore Manager	Sperimentatore Technician
-------------------	---------------------------

Via della Tecnica 10/A - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre	
---	--



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO
9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

SAMPLE DESCRIPTION

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 14688-1/2 - Racc. AGI

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	2111- 22.012- 003
Verbale - <i>Acceptance report</i>	2111
Committente - <i>Commissioner</i>	CLASSEDIL SRL
Località - <i>Locality</i>	LUGO (RA)
Cantiere - <i>Site</i>	SCUOLA STOPPA- VIA FRAT. CORTESI
Sondaggio - <i>Borehole</i>	S1
Campione - <i>Sample</i>	CI2
Profondità - <i>Depth</i>	6.00- 6.50 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	29/12/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	03/01/2022
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	06/01/2022
Data certificazione - <i>Report date</i>	11/01/2022
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	03/01/2022
Classe campione - <i>Sample quality</i>	Q4



Pocket Penetrometer Test (kg/cm²) 1- 1.4- 1.3

Vane Test (kg/cm²)

0.5- 0.6- 0.6

Limo con sabbia argilloso. Colore 5/6 10 yr Yellowish Brown.

Note - Remarks

Direttore Manager

Sperimentatore Technician

Via della Tecnica 5/A - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre



GEOTEA s.r.l.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

ANALISI GRANULOMETRICA

PARTICLE SIZE ANALYSIS

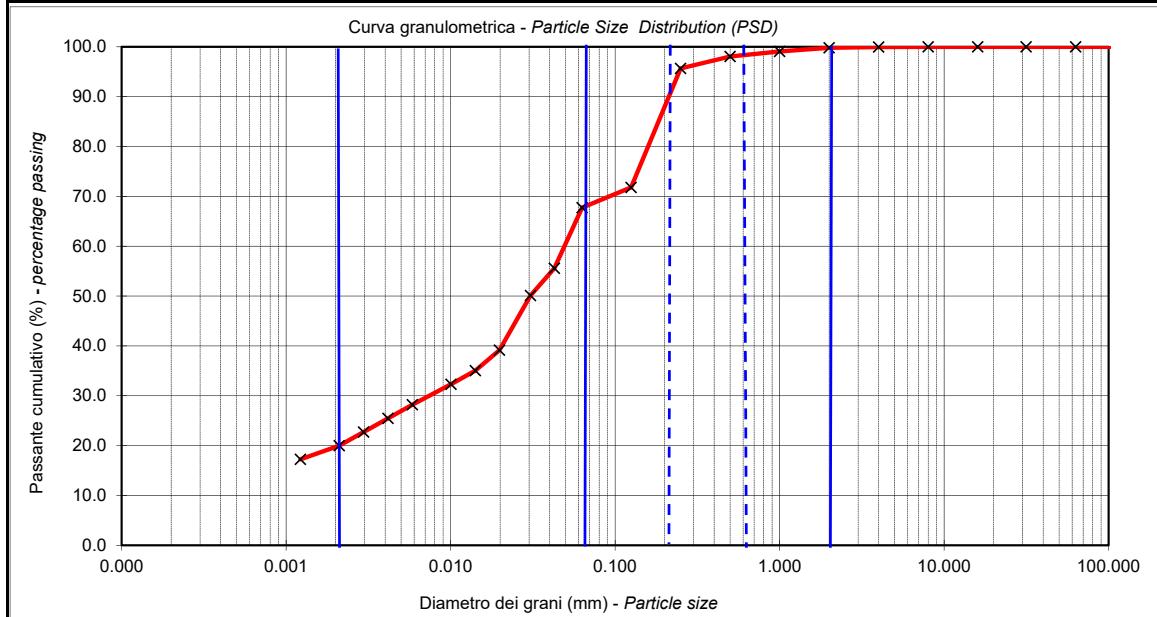
Normativa di rif: UNI CEN ISO/TS 17892-4 CNR UNI A. V n° 23

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	2111-22.012-004
Verbale - <i>Acceptance report</i>	2111
Committente - <i>Commissioner</i>	CLASSEDL SRL
Località - <i>Locality</i>	LUGO (RA)
Cantiere - <i>Site</i>	SCUOLA STOPPA- VIA FRAT. CORTESI
Sondaggio - <i>Borehole</i>	S1
Campione - <i>Sample</i>	C12
Profondità - <i>Depth</i>	6.00- 6.50 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	29/12/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	03/01/2022
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	06/01/2022
Data certificazione - <i>Report date</i>	11/01/2022
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	03/01/2022

SETACCIATURA - SIEVES TEST			SEDIMENTAZIONE - HYDROMETER TEST		
Massa campione (g) - Specimen weight		826.61	Massa campione (g) - Specimen weight		40.23
Setaccio (mm) <i>Sieve diameter</i>	Peso (g) <i>Mass retained</i>	Passante (%) <i>Percentage passing</i>	Diametro (mm) <i>Particle size</i>	Lettura <i>Data</i>	Passante (%) <i>Percentage passing</i>
125	0.00	100.00	0.043	24.0	55.57
63	0.00	100.00	0.031	22.0	50.10
31.5	0.00	100.00	0.020	18.0	39.15
16	0.00	100.00	0.014	16.5	35.04
8	0.00	100.00	0.010	15.5	32.30
4	0.37	99.96	0.006	14.0	28.20
2	1.28	99.80	0.004	13.0	25.46
1	6.06	99.07	0.0030	12.0	22.72
0.5	8.34	98.06	0.0021	11.0	19.99
0.25	19.77	95.67	0.0012	10.0	17.25
0.125	197.41	71.78			
0.063	33.55	67.73			

Granulometria A.G.I. <i>PSD</i>	Ghiaia (%) <i>Gravel</i>	0.93	Sabbia (%) <i>Sand</i>	33.14	Limo (%) <i>Silt</i>	46.27	Argilla (%) <i>Clay</i>	19.66
---	------------------------------------	-------------	----------------------------------	--------------	--------------------------------	--------------	-----------------------------------	--------------



D_{10} (mm)	-	D_{60} (mm)	0.050
Agente disperdente - <i>dispersing agent</i> : Sodium hexametaphosphate		temperatura di prova (°) - <i>temperature</i>	21

Note - Remarks

Direttore / Manager	Sperimentatore / Technician
---------------------	-----------------------------

Via della Tecnica 10/A - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre	
---	--